Apterygoten aus Agypten und dem Sudan nebst Bemerkungen ...

Einar Wahlgren

Digitized by Google



F. O. 50760
BD 644014

APTERYGOTEN

AUS ÄGYPTEN UND DEM SUDAN

NEBST BEMERKUNGEN ZUR VERBREITUNG UND SYSTEMATIK DER COLLEMBOLEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

MIT GENEHMIGUNG DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN SEKTION

DER

WEITBERÜHMTEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
ZU UPPSALA

VORGELEGT

VON

EINAR WAHLGREN
LIC. PHIL.

DIE VERTEIDIGUNG WIRD AM 28 APRIL 1906 UM 4 UHR NACHMITTAGS
IM ZOOLOGISCHEN HÖRSAALE STATTFINDEN

UPPSALA 1906
K. W. APPELBERGS BOKTRYCKERI

Digitized by Google

Abdruck aus Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901 under the Direction of L. A. Jägerskiöld.

Digitized by Google

Apterygoten

aus Ägypten und dem Sudan

nebst Bemerkungen zur Verbreitung und Systematik der Collembolen

von

Einar Wahlgren.

(mit 52 Figuren im Texte.)

Einleitung.

Das Material zu dem deskriptiven Teil vorliegender Arbeit ist von Dr. I. Trägårdh während der von Dr. L. A. Jägerskiöld geleiteten Expedition 1900—1901 aus Ägypten und dem Sudan heimgebracht und mir zur Bestimmung überliefert, wofür ich diesen beiden Herren meinen herzlichen Dank ausspreche.

Besonders betreffs der Collembolen war dieses Material um so wertvoller, als unsere Kenntniss von afrikanischen Collembolen sehr unbedeutend ist. Nur aus der westafrikanischen Subregion ist durch Poppe und Schött eine Mehrzahl von Arten bekannt; von der südafrikanischen und der madagassischen kennt man keine einzige Art. Von den Gebieten, die uns in diesem Zusammenhang am meisten interessieren, der mittelländischen und der ostafrikanischen Subregion waren nur fünf resp. vier Arten früher gekannt und zwar von der ersteren aus Tunis durch Parona, von der letzteren aus Deutsch-Ostafrika durch Börner.

Digitized by Google

Von afrikanischen Lepismiden waren aus der mittelländischen Subregion etwa zwanzig bekannt, während aus der ostafrikanischen Subregion meines Wissens bisher nur die von der schwedischen Expedition heimgebrachte und von ESCHERICH[1] beschriebene *Atelura sudanensis* bekannt war.

Zu der Aufzählung und Beschreibung der gefundenen Arten habe ich hier über die Verbreitung und Systematik der Collembolen einige Bemerkungen fügen wollen, die sich nicht nur auf meinem Studium von den hier angeführten Arten gründen sondern auch auf meiner Beschäftigung mit den Collembolen verschiedener Gegenden und meiner Kenntniss der collembolologischen Litteratur.

Da diese Bemerkungen, wie unvollständig sie auch sein mögen, gewissermassen eine Zusammenfassung der Resultate von meinen mehrjährigen Studien über die Collembolen bilden, ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor T. TULLBERG, dem hervorragenden Grundleger der modernen Collembolenforschung, der mich in das Studium dieser in so vielen Hinsichten interessanten Insektenordnung eingeführt hat, meinen aufrichtigen und ergebensten Dank auszusprechen für das grosse Interesse, womit er meine Arbeit verfolgt hat, und für die vielen guten Ratschläge und Anregungen, die mir zur Teil geworden sind, wie auch für den Arbeitsplatz in der zoologischen Institution, der mir während einer langen Zeit zur Verfügung gestanden hat.

[1] Vergl. diesen "Results" n:o 13 S. 20.

Digitized by Google

I. Apterygoten aus Ägypten und dem Sudan.

Ordnung Collembola.

Unterordnung Symphypleona.

Fam. ***Sminthuridæ.***

1. Sminthurinus niger Lubb.

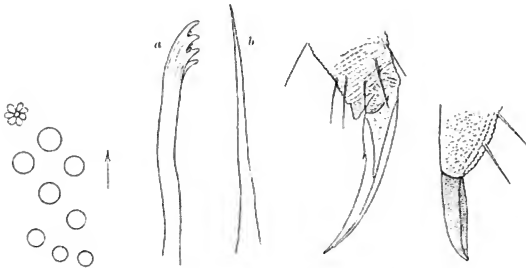
Fundort: Cairo, 5. I. 1901; Cairo, unter Laub, 10. I. 1901.

Unterordnung Arthropleona.

Fam. ***Achorutidæ.***

2. Pseudachorutes niloticus n. sp.

Körper *Achorutes*-ähnlich mit gut entwickelter Prothorax. Abd. VI unbedeutend entwickelt. Farbe dunkelblau; Pigment körnig verteilt; Antennen und Beine lichter.



Pseudachorutes niloticus.

Fig. 1. Augen und Postantennalorgan. Fig. 2. Mandibel (*a*) und Maxille (*b*). Fig. 3. Fuss. Fig. 4. Mucro.

Haut ziemlich grob gekörnelt, besonders an Abd. VI. Behaarung sehr spärlich; nur am Hinterende einige wenige längere Haare.

Antennen kürzer als die Kopfdiagonale, cylindrisch. Ant. III und IV unvollständig getrennt. Ant. IV mit dreilappiger Sinneskolbe.

Digitized by Google

Augen jederseits 8. Postantennalorgan aus 5—7 kranzförmig geordneten Tuberkeln bestehend. Die Zahl der Tuberkeln kann bei demselben Individuum variiren. So habe ich bei einem Individuum das linke Postantennalorgan aus 7, das rechte aus 6 Tuberkeln zusammengesetzt gefunden.

Die Mundteile sind stark reduziert, besonders die Maxillen, die stilettförmig und ganz ohne Zahnbewaffnung sind. Den Mandibeln fehlen Kauflächen, und deren Apices sind mit je vier grösseren und einigen schwächeren Zähnen bewaffnet. Die Zahl der Zähne ist an den beiden Mandibeln dieselbe.

Tibien ohne Keulenhaare oder andere längeren Sinneshaare. Obere Klaue lang und schmal mit einem Zahn in der proximalen Hälfte. Untere Klaue fehlend.

Springgabel kurz. Dentes und Mucrones zusammen kürzer als Manubrium. Dentes dorsal mit mehreren Längsreihen gröberer Hautkörner, mit je vier äusseren und drei inneren langen Borsten. Mucrones ungefähr von der halben Länge der Dentes, ventral schwach gebogen, dorsal mit einer leichten Einkerbung kurz vor der Spitze; Mucronallamellen gut entwickelt.

Länge 1,5 mm.

Fundorte: Auf Wasserpflanzen im Weissen Nil bei Gebel Ahmed-Aga 20. III. 1901 und bei Shellal Gebelein 16. II. 1901; Cairo am Nilufer 1. I. 1901.

Durch die Zahl der Postantennaltuberkeln und die Ermangelung tibialer Spürhaare ist diese Art gut gekennzeichnet. Durch die erstere unterscheidet sie sich von allen übrigen Pseudachorutesarten und hat von den mit Postantennalorgan versehenen die kleinste Zahl der Tuberkeln. Die Mundteile der übrigen Arten sind im allgemeinen nicht beschrieben, es scheint aber als ob sie bei verschiedenen Arten verschieden gestaltet wären. Im Bau der Mandibeln stimmt *P. niloticus* mit *P. palmatus* Börn. überein; die Maxillen dagegen gleichen denjenigen von *P. coerulescens* Schött und *P. börneri* Schött.

Fam. ***Entomobryidæ.***

3. **Isotoma bituberculata** n. sp.

Th. II und III fast gleich lang. Abd. IV unbedeutend länger als Abd. III. Abd. VI schwach entwickelt. Farbe graulich.

Digitized by Google

Körper ziemlich dicht mit kurzen anliegenden Haaren bekleidet. Abd. III und IV mit einigen, Abd. V und VI mit mehreren längeren, abstehenden Borsten. Sämtliche Haare und Borsten einfach.

Antennen 1 $^1/_3$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. II 1 $^1/_2$ mal länger als Ant. I, Ant. III etwas kürzer als Ant. II, Ant. IV beinahe doppelt länger als Ant. III.

Augen wahrscheinlich jederseits 8. Postantennalorgan dicht an den vorderen Augen stehend, langestreckt, in der Mitte zugekneift, folglich von zwei unvollständig getrennten Tuberkeln bestehend.

Tarsales Spürhaar fehlend. Obere Klaue mit einem deutlichen Innenzahne etwa in der Mitte der Innenkante. Untere Klaue von breiterer Basis allmählich zugespitzt, am dritten Beinpaare den Innenzahn der oberen Klaue erreichend.



Isotoma bituberculata.
Fig. 5. Postantennalorgan. Fig. 6. Fuss. Fig. 7. Tenaculum. Fig. 8. Furca.

Tenaculum mit schwach entwickeltem Corpus; Rami mit 4 Kerbzähnen. Springgabel gut entwickelt, an Abd. V befestigt, den Ventraltubus erreichend. Dentes schlank, gegen die Spitze verjüngend, etwa 1 $^2/_3$ mal länger als Manubrium. Mucro mit zwei dorsalen Zähnen.

Länge 1,75 mm.

Fundort: Khartum, unter Laub. 3. II. 1901.

Durch ihr eigentümliches Postantennalorgan weicht *Isotoma bituberculata* von beinahe allen *Isotoma*-arten, deren Postantennalorgan beschrieben ist, ab. So weit mir bekannt ist, zeigt nur *I. sensibilis* Tullb., deren Postantennalorgan Schött abbildet,

Digitized by Google

eine Andeutung zu einer ähnlichen Zweiteilung der sonst bei den Arten dieser Gattung einfachen Tuberkel. Mit *I. sensibilis* hat aber *I. bituberculata* im übrigen nichts gemeinsam.

4. **Isotoma lineata** n. sp.

Th. II und III etwa gleich lang. Abd. IV 1 $^1/_4$ mal länger als Abd. III. Abd. VI gut entwickelt und deutlich von Abd. V getrennt. Farbe graulich, schwach hellblau angehaucht. Augenflecke schwarz. Von dem dunklen Scheitelflecke des Kopfes bis zu der vorderen Grenze von Abd. IV eine scharf markierte blaue Rückenlinie.

Körper mit kurzen, anliegenden Haaren. Die Haaren des Hinterendes kaum länger als die übrigen.



Isotoma lineata.
Fig. 9. Postantennalorgan. Fig. 10. Furca.

Antennen etwa 1 $^1/_3$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. II nur wenig länger als Ant. III, Ant. IV zweimal länger als Ant. III.

Augen jederseits 8. Postantennalorgan länglich-oval, ein Augendiameter breit und zwei Augendiameter lang.

Tibiales Spürhaar fehlend. Obere Klaue ohne Innenzahn. Untere Klaue von breiterer Basis zugespitzt, kaum halb so lang als die obere.

Springgabel gut entwickelt, den Ventraltubus erreichend. Dentes 1 $^1/_2$ mal länger als Manubrium, ziemlich dick, gegen die Spitze unbedeutend abgeschmälert. Mucro zweigezähnt.

Länge 0,75 mm.

Fundort: Unter Steinen oder Laub am Nilufer, Cairo (1 Ex.). 1. I. 1901.

5. **Entomobrya lanuginosa** Nic.

Fundort: Cairo, unter Steinen und Laub am Nilufer, 1. I., 15. I. 1901; Cairo, bei Siebung von feuchtem Laub und Humus bei einem alten Wasserbassin, 5. I. 1901; Cairo, unter Laub, 10. I. 1901; Cairo, 31. XII. 1900; V. 1901.

Digitized by Google

Die Frage von der Gruppierung in Arten von den in Formenmerkmalen so ähnlichen, in Farbenvariationen so verschiedenen *Entomobrya*-formen wird noch immer von den Collembolologen verschieden beantwortet. Der ungleich wertvollste Beitrag zu unserem Verständnisse von den Entomobryaarten ist derjenige von BROOK von 1883, wo er *E. multifasciata* TULLB., *muscorum* TULLB., *nicoletii* LUBB., *lanuginosa* NIC. (und *pulchella* RIDLEY) zu einer Art zusammenführt. Dasselbe macht auch UZEL. SCHÄFFER verteilt 1896 diese Formen auf drei Arten: *E. multifasciata, muscorum-nicoletii* und *lanuginosa.* BÖRNER schlägt 1901 zu einer Art *E. nicoletii, muscorum, multifasciata* und *pulchella* zusammen, kennt nicht *E. lanuginosa*, hält aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese Art mit *E. nivalis* L. vereinigt werden könnte. SCHÖTT betrachtet 1902 als eine Art *E. nicoletii, muscorum* und *multifasciata.* ÅGREN endlich schlägt 1903 *E. lanuginosa, nicoletii* und *muscorum* zusammen, betrachtet aber *E. multifasciata* als eine eigene Art.

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, herrscht darüber Einigkeit, dass *E. muscorum* und *nicoletii* Formen von derselben Art sind, was auch vor BROOK TULLBERG für wahrscheinlich gehalten hat. Die Frage gilt also *E. lanuginosa, multifasciata* und *pulchella.* Da ich die letzte Art gar nicht kenne, lasse ich sie bei Seite.

Die ägyptische Sammlung von Entomobryaformen ist insofern wertvoll als sie von jedem Fundorte zahlreiche Individuen, in allem 106, enthält.

Was zuerst *E. lanuginosa* anbelangt, so enthält die Sammlung nur wenige Exemplare von ganz reinem Typus, es finden sich aber mehrere Exemplare von *E. nicoletii*, bei welchen die Hinterrandflecke auf Abd. IV und die Querbinde auf Abd. V zu so minimalen Zeichnungen eingeschränkt sind, dass diese Individuen äusserst nahe an *E. lanuginosa* kommen. Diese hellen Individuen haben auch den für *E. lanuginosa* charakteristischen grünlichen Farbenton (während bei den stärker pigmentierten Exemplaren die Grundfarbe gelber bis beinahe grau ist). Und da ich, gleichwie ÅGREN, auch mehrmals in Schweden diese beiden Formen zusammen gefunden habe, muss ich, wie auch ÅGREN, sie als zu derselben Art gehörend betrachten.

Digitized by Google

Dagegen kann ich nicht SCHÄFFER und ÅGREN beistimmen, als sie *E. multifasciata* für eine von den übrigen verschiedene Art halten, sondern muss mich in dieser Hinsicht zu der Meinung anschliessen, die von BROOK, UZEL und BÖRNER verfochten worden ist. Dass die SCHÄFFER'schen Trennungsmerkmale nicht stichhaltig sind, haben schon BÖRNER und ÅGREN mit Recht hervorgehalten. Der letztere glaubt aber ein zuverlässigeres Trennungsmerkmal in der Zeichnung des vierten Abdominalsegments und, hauptsächlich, in der feineren Struktur der dorsalen Hinterrandbinden gefunden zu haben. Nach meiner Erfahrung von den ägyptischen Exemplaren hängt es nur von schwächerer oder stärkerer Pigmentierung ab, ob das vierte Abdominalsegment zwei (wie bei ÅGRENS Fig. 12) oder vier (wie bei ÅGRENS Fig. 13) Flecke in der vorderen Hälfte von dem vierten Abdominalsegmente hat; die mir vorliegenden Exemplare zeigen in dieser Hinsicht kontinuierliche Übergänge. Bei stärkerer Pigmentierung verbinden sich die äusseren Hinterrandflecke mit den ihnen entsprechenden vorderen Flecken, die inneren Hinterrandflecke strecken sich vorwärts gegen die entsprechenden vorderen und zwischen den letzteren ensteht eine schattenähnliche Verdunkelung, die sie ganz oder teilweise verbindet. Stärker pigmentierte Individuen als BROOKS Fig. 20 entsprechend fanden sich nicht in der Sammlung.

Was die nach ÅGREN für *E. multifasciata* charakteristische Struktur der Hinterrandbinde von dem vierten Abdominalsegmente anbelangt, habe ich wohl nicht bei allen Exemplaren dieselbe wahrgenommen, bei einigen Exemplaren von geeignetem Pigmentierungsgrade habe ich aber eine ähnliche Verteilung von dem Pigmente in rektanguläre Felder deutlich wahrgenommen.

Gattung **Lepidocyrtus** BOURL.

Untergattung **Lepidocyrtus** s. str.

A. ***Falciformes.***

6. **Lepidocyrtus incoloratus** n. sp.

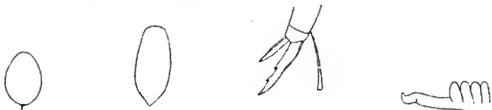
Mesonotum nicht oder kaum vorragend, ungefähr gleich lang wie Metanotum. Abd. IV ungefähr 3 mal länger wie Abd. III.

Digitized by Google

Behaarung dicht, besonders an der Thorax und den letzten Abdominalsegmenten. Schuppen oval mit gerundeter bis zugespitzter Basis. Farbe gelbweiss ohne andere Zeichnungen als die schwarzen Augenflecke.

Antennen zweimal länger als die Kopfdiagonale, ungefähr von der halben Länge des Körpers (den Kopf ausgenommen). Ant. III wenig kürzer als Ant. II, Ant. IV doppelt länger als Ant. III. Augen jederseits 8, die proximalen kaum kleiner als die übrigen.

Tibiales Spürhaar des dritten Beinpaares ungefähr gleich lang wie die Diagonale der oberen Klaue. Diese mit drei Innenzähnen; das proximale Paar an der Mitte der Innenkante. Untere Klaue lanzettähnlich, am dritten Beinpaare etwas länger als die Entfernung der proximalen Zähne von der Basis der Innenkante.



Lepidocyrtus incoloratus.

Fig. 11. Schuppe. Fig. 12. Schuppe. Fig. 13. Fuss. Fig. 14. Mucro.

Furca schlank. Dentes 1 $^1/_3$ mal länger als Manubrium, ventral beschuppt. Der ungeringelte Teil plötzlich vom geringelten abgesetzt. Mucro sichelförmig ohne Anteapicalzahn oder Basaldorn, ungefähr von der halben Länge des ungeringelten Dentalteils.

Länge 1 mm.

Fundort: Cairo, in einem Garten 31. XII. 1900; Cairo, Wadi, unter Steinen V. 1901; Assuan, im Sande bei Pflanzenwurzeln 24. I. 1901; Shellal Gebelein, zwischen den Blättern einer rosettförmiger Wasserpflanze (warscheinlich *Pistia stratiotes*) 16. II. 1901.

7. **Lepidocyrtus pulchellus** n. sp.

Mesonotum nicht vorragend, kaum 1 $^1/_2$ mal länger als Metanotum. Körper *Sira*-änlich. Abd. IV 4 mal länger als Abd. III.

Behaarung wahrscheinlich schlecht beibehalten, nur am Kopfe und an der Hinterende fanden sich einige gewimperte

Digitized by Google

Borsten. Beine und Furca stark behaart; die distalen Borsten der Dentes länger als Mucrones. Schuppen länglich, an der Spitze abgerundet, gegen die Basis schwach zugespitzt.

Grundfarbe gelblichweiss. Kopf mit schwarzen Augenflecken und schwarzen Ringen an der Basis der Antennen. Schnauze und Kopfhinterrand bläulich violett. Th. III—Abd. III mit je einer blauvioletten Querbinde am Hinterrande. Abd. IV mit einer breiten blauvioletten Querbinde, die seine hintere Hälfte ausfüllt. Abd. V in seiner hinteren Hälfte und Abd. VI ganz blauviolett. Antennen hellblau; Beine und Furca bläulich weiss; Coxalglieder blauviolett. Bauch gelblichweiss.



Fig. 15. *Lepidocyrtus pulchellus.* Schuppe.

Antennen 1 $^1/_3$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. II 1 $^1/_2$ mal so lang als Ant. I, Ant. III wenig länger als Ant. II, Ant. IV beinahe 2 $^1/_3$ mal so lang als Ant. III.

Tibiales Spürhaar gleich lang wie die Diagonale der oberen Klaue des dritten Beinpaares. Obere Klaue mit einem Paar proximaler Innenzähne. Distalen Innenzahn konnte ich nicht auffinden.

Furca schlank. Dentes kaum doppelt länger als Manubrium. Dentale Schuppen fehlend? Mucro halb so lang als der ungeringelte Teil der Dens, sichelförmig ohne Anteapicalzahn und Basaldorn.

Länge 0,75 mm.

Fundort: Am Weissen Nil nördlich von Kaka 12. III.

8. Lepidocyrtus jægerskiœldi n. sp.

Mesonotum etwas über Kopfhinterrand vorragend. Abd. IV 2 $^1/_2$—3 mal so lang als Abd. III.



Fig. 16. *Lepidocyrtus jægerskiœldi.* Fuss.

Behaarung reich, besonders am Kopf und Mesonotum, am hinteren Teil von Abd. IV und am Hinterende des Körpers. Die Borsten am vorderen Teil des Körpers und am Abd. IV gefiederte und keulig angeschwollen; an Abd. IV und V und am Hinterende des Bauches



Fig. 17. *Lepidocyrtus jægerskiœldi.* Mucro.

Digitized by Google

gefiederte Spitzborste halb so dick aber doppelt so lang als die Keulenhaare. Schuppen an der Basis abgerundet, in der Spitze oftmals (nicht immer) eingekerbt.

Farbe gelblichweiss; Antennen violett; Augenflecke und Antennenbasis schwarz.

Antennen 3 mal so lang als die Kopfdiagonale, beinahe $^2/_3$ mal so lang als der Körper. Ant. II $^1/_2$ mal länger als Ant. I, Ant. III ungefähr gleich lang wie Ant. II, Ant. IV $1\,^1/_2$ mal so lang als Ant. III. Augen jederseits 8, die proximalen etwas kleiner als die übrigen.

Tibiotarsales Spürhaar kürzer als die Oberklaue (am dritten Beinpaare). Obere Klaue mit vier Innenzähne; das proximale Paar etwas distal von der Mitte der Innenkante. Untere Klaue lanzettähnlich, das proximale Zahnpaar der oberen Klaue kaum erreichend.

Dentes Furculæ schlank, gut geringelt, $1\,^1/_2$ mal so lang als Manubrium; der ungeringelte Teil plötzlich vom geringelten abgesetzt, $2\,^1/_2$ mal so lang als Mucro. Mucro falciform ohne Spur von Basaldorn oder Apicalzahn.

Länge 1,5 mm.

Fundort: Khartum, unter Laub 3. II. 1901.

Von übrigen *Lepidocyrtus*-arten mit vorragendem Mesonotum und sichelförmiger Mucro ist diese Art gut verschieden. Von *L. flavovireus* Börner weicht sie ganz durch ihre Farbenzeichnung, durch ihr kurzes tibiales Spürhaar und kürzeres Abd. IV ab. Von *L. falcifer* Schäffer, dem sie an Farbe am meisten gleicht, weicht sie durch kürzere Unterklaue, kürzeres tibiales Spürhaar und gänzliches Fehlen jeder Andeutung von Apicalzahn ab, von *L. schäfferi* Schött und *L. packardi* Schött unter anderem durch die Farbe.

9. **Lepidocyrtus trægaardhi** n. sp.

Mesonotum wenig vorragend, kaum länger als Metanotum. Abd. IV $2\,^2/_3$ mal so lang als Abd. III.

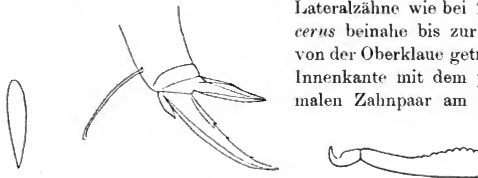
Behaarung dicht, besonders am Vorderrand des Mesonotum und am Hinterende. Schuppen gerundet—länglich mit gerundeter—gespitzter Basis, sehr variirend in Form und Grösse.

Digitized by Google

Farbe gelb. Augenflecke und schmale Ringe an den Antennenbasen schwarz. Coxalglieder blau; ebenso mehr oder minder deutliche Querbinden an Abd. II und III. Beine, Furca und Bauch weiss. Ant. III und IV violett.

Ant. 2 $^1/_2$ mal so lang als die Kopfdiagonale, $^3/_5$ von der Länge des Körpers. Ant. II beinahe 1 $^1/_2$ mal so lang als Ant. I, Ant. III 1 $^1/_3$ mal so lang als Ant. II, Ant. IV etwa 1 $^1/_2$ mal so lang als Ant. III.

Tarsales Spürhaar $^2/_3$ von der Länge der oberen Klaue (am dritten Beinpaare). Obere Klaue sehr lang und schmal; ihre Lateralzähne wie bei *Tomocerus* beinahe bis zur Basis von der Oberklaue getrennt; Innenkante mit dem proximalen Zahnpaar am proxi-



Lepidocyrtus trægaardhi.

Fig. 18. Schuppe. Fig. 19. Fuss. Fig. 20. Mucro.

malen Drittel, ausserdem mit zwei äusserst winzigen distalen Zähnen. Untere Klaue sehr lang mit gut entwickelten Lamellen; an der einen Äusserlamelle ein winziges Zähnchen.

Furca gut entwickelt. Dentes schlank, ungefähr 1 $^1/_7$ mal so lang wie Manubrium, ventral geschuppt; der ungeringelte Teil allmählich in den geringelten übergehend. Der ungeringelte Teil 1 $^1/_2$ mal länger als die gut abgegliederten Mucrones. Diese falciform ohne Basaldorn und Anteapicalzahn.

Länge 2 mm.

Fundort: Cairo, unter Laub, 31. XII. 1900; Cairo, am Nilufer unter Steinen und Laub 1. I. 1901; Cairo, unter Laub 5. I. 1901.

Schon durch seine Grösse von anderen ägyptischen und sudanesischen Arten verschieden, weicht *L. trægaardhi* von allen mit sichelförmiger Mucro versehenen Arten durch seine Farbe, sein langes Manubrium und den Bau seiner Klauen ab.

Digitized by Google

10. **Lepidocyrtus flavovireus** Börner **var annulosa** n. var.

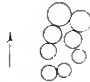
(Gesammtfigur in Jägerskiöld, Från Sudan och Sinai, Stockholm, P. A. Norstedt 1903, pag. 152.)

Mesonotum etwas über den Kopfhinterrand vorragend, doppelt länger als Metanotum. Körper übrigens recht *Sira*-ähnlich. Abd. IV 3—4 mal länger als Abd. III.

Zahlreiche lange Haare von gewöhnlicher Beschaffenheit am Vorderrand von Mesonotum und am Hinterende. Beine besonders dicht- und langhaarig. Auch Manubrium und Dentes dorsal dicht mit langen Haaren besetzt. Schuppen rundlich bis länglich mit abgerundeter Basis.

Farbe des lebenden Tieres nach Angabe weiss, schwach glänzend; Grundfarbe in Spiritus gelblichweiss; Chitin dünn, durchsichtig. Kopf mit schwarzen Augenflecken, unter diesen einige unregelmässige schwarze Flecke; am Vorderrand des Kopfes dicht hinter den Antennenbasen eine schwarze Querlinie. Ant. I—III mit dunklen Ringen an beiden Enden; die Ringe der inneren Glieder schwarz, der distale







Lepidocyrtus flavovireus v. annulosa.

Fig. 21. Kopf. Fig. 22. Augen. Fig. 23. Mucro.

Ring von Ant. III gelbbraun; Ant. IV beinahe ganz gelbbraun. Beine mit deutlich markierten dunklen Ringen am unterer Drittel der Tibia; mehrmals auch ein schwächerer Ring nahe bei dem proximalen Ende der Tibia; die beiden hinteren Beinpaare ausserdem mit einem scharfen, schwarzen Ringe, breiter und deutlicher als die übrigen, um dem distalen Ende von Femur. Körper übrigens ohne dunklen Zeichnungen ausser einigen schwachen Flecken auf dem Seiten von Prothorax.

Antennen ungefähr 2 $^{1}/_{2}$ mal so lang als die Kopfdiagonale, etwas länger als der halbe Körper. Ant. II doppelt länger als

Digitized by Google

Ant. I, Ant. III unbedeutend kürzer als Ant. II, Ant. IV etwa 1 ½ mal so lang als Ant. III. Augen jederseits 8, dicht gestellt, die proximalen unbedeutend kleiner als die übrigen.

Tibiales Spürhaar 1 ½ mal länger als die Klauendiagonale am 3. Paar. Obere Klaue mit vier Innenzähnen; das proximale Paar etwa in der Mitte der Innenkante. Untere Klaue den oberen der distalen Zähne der Oberklaue erreichend.

Furca mit schwacher, sichelförmiger von der Dens nicht deutlich abgegliederter Mucro. Mucrodens 1 ½ mal länger als Manubrium.

Länge 1,5 mm.

Fundort: Am Ufer des Weissen Nils; nördlich von Gebelein, unter Laub, 17. II. 1901; südlich von Gos Abu-gomr am Ufer unter aufgeworfenen Pflanzen, 14. II. 1901.

Wie aus obiger Beschreibung ersichtlich ist, stimmt diese Form betreffs der Formenmerkmale mit *L. flavovirens* Börner gut überein, von welchem ein Individuum am Nyassa-See (Deutsch Ostafrika) gefunden ist. Die Grundfarbe ist aber kaum grünlich und die Zeichnung, obgleich sie an diejenige dieser Art sehr erinnert, ist, besonders was die Ringelung der Beine und der Antennen anbelangt, recht verschieden; auch scheint die Behaarung der Beine kräftiger zu sein. Ich muss sie deshalb wenigstens als eine eigene Varietät betrachten.

B. *Bidenticulati.*

11. Lepidocyrtus cyaneus Tullb.

var. pallidus Reuter.

Mit Schött und anderen betrachte ich *L. pallidus* Reuter nur als eine blasse Varietät von *L. cyaneus.*

Einige Exemplare waren beinahe farblos.

Fundort: Cairo, 5. I. 1901; Cairo, unter feuchtem Humus und Laub, 2. I. 1901.

12. Lepidocyrtus obtusus n. sp.

Mesonotum ziemlich stark vorragend (bei einigen Exemplaren mehr als die Fig. angiebt), doch nicht von den Seiten

Digitized by Google

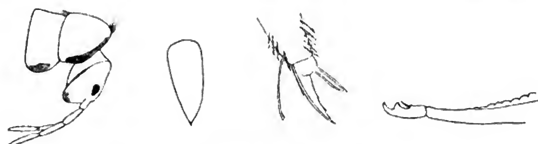
zusammengedrückt, mehr weit als hoch. Körper auch übrigens *Sira*-ähnlich. Abd. IV 3 $^1/_2$ mal länger als Abd. III.

Schuppen in der Spitze breit, an der Basis zugespitzt.

Grundfarbe gelblichweiss. Augenflecke schwarz. Die lateralen Kanten des Meso- und Metanotum blau. Auch die äusseren Kanten der übrigen Segmente schwach und verschwommen bläulich.

Antennen 1 $^1/_2$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. II und III ungefähr gleich lang, Ant. IV bis 1 $^1/_2$ mal so lang wie Ant. III. Augen jederseits 8, die proximalen wenig kleiner als die übrigen.

Tibiales Spürhaar am dritten Beinpaare etwa von der Länge der oberen Klaue. Die obere Klaue mit deutlichen Lateralzähnen und einem Paar proximalen und zwei winzigen distalen Innenzähnen. Die untere Klaue sämmtlicher Beinpaare schräg



Lepidocyrtus obtusus.
Fig. 24. Kopf. Fig. 25. Schuppe. Fig. 26. Fuss. Fig. 27. Mucro.

abgestutzt: am dritten Beinpaare etwas länger als die Entfernung des oberen distalen Zahnes von der Klauenbasis; die durch die Abstutzung entstehende Ecke weniger spitz am dritten Beinpaare als an den vorderen. Randverdickungen der unteren Klaue des dritten Beinpaares parallel, wenigstens nicht divergent. Die untere Klaue der vorderen Beinpaare kürzer als diejenige des dritten Paares, den oberen distalen Innenzahn der oberen Klaue kaum erreichend.

Dentes Furculæ etwa von der Länge des Manubrium, gut geringelt; der ungeringelte Teil ungefähr von der Länge der Mucro, allmählich in den ungeringelten übergehend. Mucro mit grossem Anteapikalzahn und mit Basaldorn; an der Basis des Basaldorn bisweilen ein kleinerer gerundeter Zahn.

Länge 1,25 mm.

Digitized by Google

Fundort: Auf dem Sand am Ufer des Weissen Nils ein wenig südlich von Umdurman, 6. II. 1901.

Lepidocyrtus obtusus stimmt im Bau der Klauen und Mucrones sehr mit *L. medius* SCHÄFFER überein, unterscheidet sich aber von diesem durch die Form der Schuppen, die Zahnbewaffnung der oberen Klaue und die Farbe.

Untergattung **Lepidocyrtinus** BÖRNER.

13. Lepidocyrtus flagellatus n. sp.

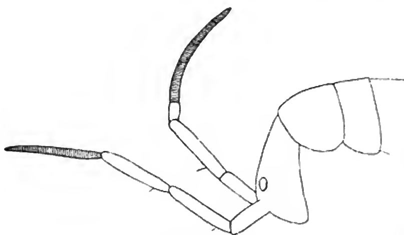


Fig. 28. Kopf.

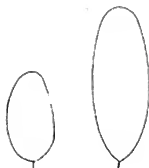


Fig. 29. Fig. 30. Schuppen.

Mesonotum kaum oder wenigstens sehr wenig vorragend, 1 1/2 mal so lang als Metanotum, von den Seiten nicht zugedrückt, mehr breit als hoch. Körper auch übrigens *Sira*-ähnlich. Abd. IV 4—5 mal länger als Abd. III.

Die Haartracht der Exemplare war wahrscheinlich zerstört; nur am Kopfe, am Vorderrand des Mesonotum und in dem Hinterende des Abdomens waren lange, keulige, gefiederte Borsten beibehalten. Schuppen braun, gerundet bis länglich, an der Basis gerundet bis abgeschmälert.





Lepidocyrtus flagellatus.
Fig. 31. Fuss. Fig. 32. Mucro.

Antennen 2 1/2 mal länger als die Kopfdiagonale, 3/4 von der Länge des Körpers. Ant. I ungewöhnlich lang, länger als

Digitized by Google

die Hälfte von Ant. II. Ant. II und III etwa gleich lang. Ant. IV wahrscheinlich von wechselnder Länge, bei dem Exemplare mit den am besten entwickelten Antennen $^1/_4$ länger als Ant. III, fein, dicht und deutlich geringelt. Ant. III dagegen gar nicht geringelt. Bei dem einzigen Individuum, dessen Antennen wohl ausgebildet waren, war die rechte Antenne abgebrochen worden bis zum inneren Drittel von Ant. III, war aber später regeneriert worden, wodurch Ant. IV viel länger und mit Ant. III fest verwachsen worden war.

Tibiales Spürhaar am dritten Beinpaar $^3/_4$ von der Länge der oberen Klaue. Die obere Klaue mit gut entwickelten Lateralzähnen und vier Innenzähnen; das proximale Paar etwas proximalwärts von der Mitte der Innenkante, die distalen sehr winzig. Untere Klaue lanzettlich, am vorderen Beinpaar wenig länger als die Entfernung der proximalen Innenzähne von der Klauenbasis. (Die unteren Klauen des dritten Beinpaares waren sämtlich unvollständig.) Farbe ausser den Augenflecken ganz gelblichweiss, nur die Kanten der Segmente bläulich angehaucht.

Dentes Furculæ dorsal dicht langhaarig, schlank, gut geringelt, $^1/_4$ länger als Manubrium; der ungeringelte Teil plötzlich vom geringelten abgesetzt. Mucro sichelförmig, ohne Anteapicalzahn oder Basaldorn, kürzer als der ungeringelte Dentalteil.

Länge 1,75 mm.

Fundort: Am Weissen Nil, III. 1901.

Lepidocyrtus flagellatus stimmt in mehreren Hinsichten mit *L. annulicornis* BÖRNER (aus Deutsch Ostafrika) überein, besonders durch die Ringelung von Ant. IV. Bei *L. annulicornis* ist aber auch Ant. III geringelt, was gar nicht der Fall bei *L. flagellatus* ist. Auch sind die Mucrones jener Art weit grösser als bei dieser.

Untergattung **Pseudosinella** (SCHÄFFER).

14. **Lepidocyrtus decem-oculatus** n. sp.

Mesonotum nicht vorragend, kaum länger als Metanotum. Abd. IV $2\,^1/_2$ mal länger als Abd. III.

Farbe rein weiss ausser den gerundeten schwarzen Augenflecken und einigen zerstreuten Pigmentkörnern in der Umge-

Digitized by Google

bung der Augenflecke. Th. II mit gewimperten Keulenborsten; das Hinterende mit gewimperten Spitzborsten.

Antennen etwa von der Länge der Kopfdiagonale. Ant. II und III ungefähr gleich lang; Ant. IV 2 $^1/_3$ mal so lang als Ant. III. Augen jederseits 5, die 4 vorderen von gleicher Grösse, das hinterste etwas kleiner. Augenflecke rund, nicht scharf konturiert.

Tibiales Spürhaar sehr kurz, nicht länger als die untere Klaue, in der Spitze kaum angeschwollen. Leider konnte ich den Bau der oberen Klaue nicht sehen, da sie sämtlich fehlten. Untere Klaue schmal lanzettlich, ohne Aussenzahn.



Lepidocyrtus decem-oculatus.
Fig. 33. Augen.

Furcula schlank, Dentes etwa gleich lang wie Manubrium, gut geringelt, gleichwie Manubrium dorsal mit gewimperten Spitzborsten, ventral mit Schuppen. Die Ringelung allmählich in den ungeringelten Teil der Dens übergehend. Mucro mit Apical- und Anteapicalzähnen von ungefähr gleicher Grösse; Basaldorn anwesend.

Länge 0,5 mm.

Fundort: Cairo, unter Laub, 10. I. 1901.

Die Art ist dadurch von Interesse, dass bei ihr die Augenreduktion weniger weit als bei den übrigen Arten der Untergattung vorgeschritten ist. Am nächsten steht in dieser Hinsicht *L. VIII-punctatus* Börner, der jederseits vier Augen hat.

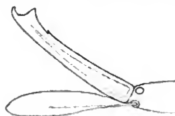
15. **Cyphoderus sudanensis** n. sp.

Mesonotum kaum oder sehr wenig vorragend. Abd. IV 5 $^1/_2$ mal länger als Abd. III.

Die Behaarung war nicht beibehalten. Farbe rostbräunlich.







Cyphoderus sudanensis.

Fig. 34. Fuss. Fig. 35. Dentalschuppe. Fig. 36. Mucro.

Digitized by Google

Antennen 1 $^1/_3$ mal so lang als die Kopfdiagonale. Ant. II 2 $^1/_2$ mal länger als Ant. I, Ant. III von der halben Länge von Ant. II, Ant. IV 1 $^1/_5$ mal so lang als Ant. II. Augen fehlend.

Tarsales Spürhaar von der Länge der oberen Klaue. Diese mit vier Innenzähnen: einem grossen inneren (hinteren) und einem kleinen äusseren (vorderen) Proximalzahn und zwei unpaarigen Zähnen. Untere Klaue mit dem bekannten grossen Aussenzahn.

Manubrium 1 $^1/_2$ mal so lang wie Dentes; diese dreimal länger als Mucro. Dentes wie gewöhnlich bei *Cyphoderus* mit zwei Reihen von Schuppen; diese sind doch gross, kaum gespitzt und nicht gerippt, wenigstens nicht in der äusseren Hälfte der Schuppe. Mucro mit Apicalzahn und einem grossen dorsalen Zahn, ausserdem mit einem kleineren dornenähnlichen Zahn an dem distalen Drittel. Mucro etwas länger als die distale Dentalschuppe.

Länge 1 mm.

Fundort: Am Weissen Nil S. von Gebel Ahmed-Aga, 14. III. 1901. (1 Ex.).

16. **Cyphoderus termitum** n. sp.

Mesonotum kaum vorragend, etwa 1 $^1/_3$ mal länger als Metanotum. Abd. IV 3 mal so lang als Abd. III.

Farbe weiss. Haare und Schuppen waren schlecht beibehalten.

Antennen ungefähr 1 $^1/_3$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. I wenig kürzer als Ant. III, Ant. II wenig kürzer als Ant. IV, Ant. IV doppelt länger als Ant. III. Augen fehlend.





Cyphoderus termitum.

Fig. 37. Fuss. Fig. 38. Mucro.

Tibiales Spürhaar am dritten Beinpaare etwa gleich lang wie die obere Klaue. Diese bis zur Spitze gespaltet; die interne Lamelle mit dem gewöhnlichen grossen Proximalzahn, die externe

Digitized by Google

Lamelle ungewöhnlich gross, ihre Kante distalwärts von der Mitte in einen kleineren und einen längeren, schmalen Zahn ausgezogen. Die untere Klaue am dritten Beinpaar den kleineren Zahn der externen Lamelle der oberen Klaue erreichend, mit einem grossen Aussenzahn versehen.

Dentes Furculæ dorsal, wie gewöhnlich, mit Schuppen: diese wie bei voriger Art nicht gerippt und kaum zugespitzt. Manubrium doppelt länger als Dentes. Mucro von der halben Länge der Dentes mit Apicalzahn und zwei grossen dorsalen Zähnen. Ausserdem befindet sich am distalen Drittel ein kleiner dornähnlicher Zahn und ventral an der Innenseite eine langgestreckte, zahnähnliche Lamelle.

Länge 1.5 mm.

Fundort: S. von Kaka am Weissen Nil, im Neste von *Termes natalensis* HAV. 2, 3. III. 1901.

Durch den eigentümlichen Bau der oberen Klaue, bei welcher die Spaltung und die Differenzierung der beiden Lamellen weiter als bei jeder anderen Collembole gegangen sind, ist diese Art sehr gut ausgezeichnet.

17. **Cyphoderus arcuatus** n. sp.

Mesonotum kaum vorragend, unbedeutend länger als Metanotum. Abd. IV 6 mal länger als Abd. III.

Farbe weiss. Haare und Schuppen bei den Exemplaren schlecht beibehalten.

Antennen etwa $1\,^1/_3$ mal länger als die Kopfdiagonale. Ant. I wenig länger als Ant. III, Ant. IV $2\,^1/_2$ mal länger als Ant. III, $1\,^1/_2$ mal so lang als Ant. II. Augen fehlend.



Cyphoderus arcuatus.
Fig. 39. Mucro.

Tibiales Spürhaar am dritten Beinpaar gleich lang oder wenig kürzer als die obere Klaue. Diese wie bei *C. sudanensis* mit zwei proximalen und zwei distalen Zähnen, ungefähr bis zur Mitte gespaltet. Untere Klaue wie bei vorigen Arten.

Manubrium $1\,^1/_2$ mal länger als Dentes. Diese mit den gewöhnlichen Reihen länglicher Schuppen, die in ihren zwei

Digitized by Google

proximalen Dritteln gerippt sind. Mucrones äusserst klein, von der halben Länge der Dentes, viel schmäler als diese, bogenförmig gekrümmt, mit Apicalzahn und drei etwa gleich grossen dorsalen Zähnen, von denen der proximale etwas basalwärts von der Mitte steht. Die apicale Dentalschuppe weit länger als Mucro.

Länge 1 mm.

Fundort: S. von Kaka am Weissen Nil, in demselben Neste von *Termes natalensis* wie die vorige Art. 6. III. 1901.

Im Bau der Klauen stimmt diese Art mit *C. sudanensis* überein, unterscheidet sich doch von dieser wie von allen übrigen *Cyphoderus*-arten durch ihre kleinen, eigentümlichen Mucrones. *C. termitum* und *C. arcuatus* sind die einzigen bekannten termitophilen Collembolen, und es ist ja anmerkenswert, dass diese Gattung, die in unseren Gegenden myrmecophil ist, auch termitophile Formen aufweist.

Ordn. Thysanura.

Unterordn. Thysanura ectotropha.

Fam. ***Lepismidæ.***

18. Lepisma wasmanni Moniez.

Fundort: Cairo, in der Wüste bei Cheops Pyramide zusammen mit *Stenamma barbarum* L. 28. XII. 1900 (1 Ex.).

19. Lepismina aurisetosa n. sp.

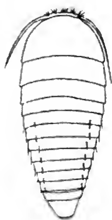
Körper mehr langgestreckt als bei anderen *Lepismina*-arten, dorsal stark gewölbt. Prothorax ungefähr gleich lang wie Meso- und Metathorax zusammen. Abdomen 1 $^1/_2$ mal so lang wie Thorax. Abd. I—VIII an Länge einander ziemlich gleich, Abd. IX etwas kürzer, Abd. X so lang wie Abd. VIII und IX zusammen, mit gerundeter etwas abgestutzter Spitze.

Kopf von oben wenig sichtbar, weisslich, mit dichten Büscheln strahlenförmig auseinandergehender, goldglänzender, gefiederter Haare besetzt. Die Oberseite des Körpers dicht mit tief

Digitized by Google

braunschwarzen, metallisch schimmernden Schuppen bekleidet. Die Schuppen der Unterseite hell gelbbräunlich. Mundteile, Fühler, Beine und Cerci hell gefärbt.

Abd. I—VIII jederseits mit je einer gefiederten Dorsalseta.





Lepismina aurisetosa.
Fig. 40. Umriss des Körpers. Fig. 41. Labialtaster.

Die Antennen waren freilich abgebrochen, scheinen aber kaum viel länger als Thorax zu sein.

Lippentaster kurz; das letzte Glied nicht breiter als lang, beinahe rhombisch. Kiefertaster 5-gliedrig, das letzte Glied kaum oder wenig länger als das vorletzte.

Beine plump; Schenkel und Schienen mit mehreren kräftigen Borsten besetzt. Styli nur an Abd. IX. Cerci kurz, die inneren Glieder nicht mehr lang als breit, die äusseren länger.

Länge des grössten Individuums 5 mm; die grösste Breite kaum 2 mm.

Fundort: Heluân bei Cairo, unter Steinen, 7. XII. 1900 (2 Ex.).

Schon durch ihre ungewöhnlich langgestreckte Körperform scheint diese Art von den übrigen *Lepismina*-arten gut verschieden zu sein. Von der ebenfalls ägyptischen *L. savignyi* Luc. unterscheidet sie sich ausserdem durch die Zahl der Styli, von *L. emiliæ* Eschrch und *pulchella* Silv. durch die Form des äusseren Labialtastergliedes, das bei diesen Arten zweimal breiter als lang ist, von *L. emiliæ* ausserdem durch die Färbung der ventralen Schuppen, von *L. audouinii* Luc. durch die Beborstung der Stirn und die relative Länge der Thorax und des Abdomen; von der unvollständig beschriebenen *L. persica* Eschrch, welcher sie in Farbe gleicht, unterscheidet sie sich u. a. durch die Länge des Abd. X, das bei jener Art so lang wie Abd. VII—IX zusammen ist.

20. Ctenolepisma michaëlseni Eschrch.

Fundort: Turah bei Cairo, unter Steinen in der Wüste, 18. V. 1901.

Digitized by Google

21. Ctenolepisma targionii Grassi-Rov.

Zu dieser Art führe ich eine *Ctenolepisma*-form mit dorsalen äusseren Borstenkämmen nur auf Abd. II—V.

Fundort: Heluân bei Cairo, unter Steinen 27. XII. 1900. (4 Ex.).

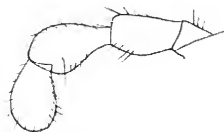
22. Thermobia ægyptiaca Luc.

Die Schuppen waren an den Exemplaren gut beibehalten, teils hell bräunlich, teils braunschwarz; die letzteren, wie es schien, ziemlich unregelmässig über den ganzen Körper zerstreut, nicht wie bei folgender Art hauptsächlich an Abd. I angesammelt.

Fundort: Cairo, in der Wüste bei den Pyramiden in einem Rasenpatzen, 14. I. 1901 (1 Ex.); Khartum 1. II. 1901. (1 Ex.).

23. Thermobia cincta n. sp.

Grundfarbe gelblich weiss ohne die für *Th. ægyptiaca* Luc. eigentümlichen bräunlichvioletten Farbentöne an den Seiten und gegen die Spitze des Abdomen. Nur zwischen der Antennenbasis und dem Auge geht eine schmale violette Linie. Dicht hinter jedem der abdominalen Dorsalkämme wie auch hinter den ziemlich hoch dorsal gelegenen abdominalen Randkämmen befindet sich ein winziger rostroter Fleck. In der Mitte der Schiene und nahe an der Basis des ersten Tarsalglieds befindet sich je ein unvollständiger, braunvioletter Ring. Fühler und Cerci hell und dunkel geringelt, die letzteren deutlicher als die ersteren. Kiefertaster hell, nur an der Mitte von dem zweiten und dem dritten Gliede ein wenig violett.



Thermobia cincta.
Fig. 42. Labialtaster.

Schuppen über dem grössten Teil des Körpers orangegelb; zwischen diesen spärlich eingestreute einzelne dunklere Schuppen. Nur an der Rückenseite von Abd. I sind beinahe sämtliche Schuppen schwarzbraun, wodurch das unbeschädigte Tier eine

Digitized by Google

sehr scharfe und deutlich dunkle Querbinde an der Mitte des Körpers erhält.

Die Anordnung von Borsten und Kämmen ist die für die Gattung typische.

Antennen und Cerci länger als der Körper. Beine lang und schlank; die Hinterbeine reichen wenigstens mit dem ganzen Tarsus an dem Hinterende des Körpers vorüber.

Styli in drei Paaren vorhanden, Styli des Abd. IX kaum $1\,{}^1/_3$ mal so lang als Styli des Abd. VIII.

Labialtaster mit den beiden letzten Gliedern ungefähr wie bei *Th. ægyptiaca* verbreitert. Maxillartaster lang und dünn, aus fünf Gliedern bestehend; das letzte Glied etwas kürzer als das vorletzte.

Länge 11, Breite $3\,{}^1/_2$ mm.

Fundort: Cairo, unter Steinen bei den Pyramiden, I. 1901.

Diese Art ist mit *Th. ægyptiaca* und *Th. longimana* Eschrch, besonders mit der letzteren nahe verwandt. Von dieser unterscheidet sie sich doch durch das Vorhandensein von drei Paar Styli (was vielleicht recht unwichtig ist), durch die Länge der Styli des Abd. VIII im Verhältniss zu den Styli des Abd. IX und durch die Form der äusseren Labialtasterglieder. Vielleicht ist sie nur eine Varietät von *Th. longimana.*

Unterordn. Thysanura entotropha.

Fam. ***Japygidæ.***

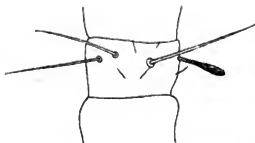
24. Japyx sp. larva.

(Syn. Projapyx sp.)

Im Jahre 1899 beschrieb Cook ein kleines Insekt, das er *Projapyx stylifer* benannte, und errichtete für dasselbe eine neue Familie *Projapygidæ.* 1901 wurde diese Art ausführlicher von Silvestri beschrieben, welcher zwei Jahre später eine neue zu derselben Familie gehörende Art, *Anajapyx vesiculosus,* aufstellte. Von dieser Art hat dann im Jahre 1905 Silvestri eine ausführliche Beschreibung gegeben.

Digitized by Google

Schon im Jahre 1902 spricht COOK den Gedanken aus, dass *Projapyx* vielleicht nur eine Larvenform von *Japyx* sei. Und 1903 schreibt VERHOEFF über die Projapygiden: "Diese Familie existirt meiner Ueberzeugung nach gar nicht, sondern es handelt sich um die jüngsten Larvenformen von Japyx!" Und im fol-

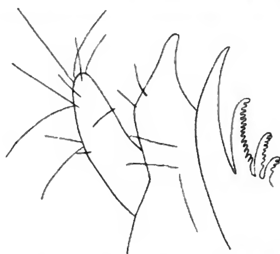


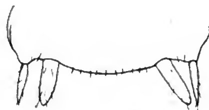


Japyx sp.
Fig. 43. Ant. VIII. Fig. 44. Mandibel.

genden Jahre: "In meinem erwähnten Aufsatz über die Endsegmente u. s. w. habe ich es sehr wahrscheinlich gemacht, dass diese Tiere junge Entwicklungsformen von Japyx sind."

Die Frage von den Projapygiden war doch damit gar nicht abgemacht. VERHOEFF hatte keine positiven Beweise geben können und hatte keine direkten Beobachtungen anzuführen. Seine Beweise waren Analogieschlüsse von der Entwicklungsgeschichte





Japyx sp.
Fig. 45. Maxille und Maxillartaster. Fig. 45. Abd. I von unten.

einiger Dermapterengattungen *(Karschiella, Bormansia)* geholt. Auch verfechtet SILVESTRI in seinem letzterwähnten Aufsatze über *Anajapyx* die Stellung der Projapygiden als eine selbstän-

Digitized by Google

dige Familie und in Zool. Anz. März 1905 präzisiert er die Verschiedenheiten zwischen diesen und der Gattung *Japyx*. Auch Börner hält in seiner Systematik der Hexapoden *Projapygidæ* als eine selbständige Familie aufrecht, und in seinem Entwurfe eines Stammbaumes über die Hexapoden stellt er sie als einen jüngeren Zweig als denjenigen der *Japygidæ*.

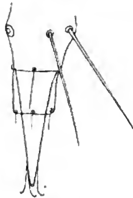




Japyx sp.
Fig. 47. Hinterende von oben. Fig. 48. Hinterende von unten.

Ich glaube jetzt auch in der Lage zu sein, einen Beitrag zu der Lösung des Projapygidenrätsels geben zu können.

Aus demselben Termitenneste, wo die früher erwähnten *Cyphoderus*-arten angetroffen wurden, stammten auch einige *Campodea*-ähnliche Formen, die bei näherem Zusehen sich als typische Projapyxformen erwiesen. In Folge des spärlichen Materials kann ich von ihnen keine ausführliche Beschreibung geben, da sie aber in mehreren Punkten von *P. stylifer* abweichen, will ich jedenfalls einige Notizen und Zeichnungen von ihnen geben.



Japyx sp.
Fig. 49. Cercalspitze.



Japyx sp.
Fig. 50. Hinterende mit Schere.

Antennen 24-gegliedert, das kurze basale Glied eingerechnet; Ant. II und III länger als die übrigen. Ant. VIII trägt ausser einem Kranz von längeren, abstehenden und einigen kürzeren anliegenden Borsten eine langgestreckte, keulenförmige, stark chitinisierte, dunkelfarbige Sinneskolbe wie bei *Anajapyx*. Die Mandibeln sind mit einer "Lamina dentata" etwas unterhalb der Spitze wie bei anderen Projapygiden versehen. Von den Zähnen der Spitze ist wie bei *Anajapyx* einer weit grösser und stärker als die übrigen. Von der Maxille gebe ich eine unvoll-

Digitized by Google



ständige Abbildung, die doch u. a. zeigt, dass der Maxillartaster längere Haare als bei *P. stylifer* trägt.

Den Abdominalsegmenten fehlen retraktile Bläschen. Styli finden sich an Abd. II—VII. An Abd. I sitzen innerhalb den Styli wie bei *P. stylifer* cylindrische Zapfen, schlanker als bei der letzteren.

Cerci sind länger als bei *P. stylifer*, 23-gegliedert. Das äusserste Glied wie bei jener Art, in der Spitze aber mit drei feinen am Ende umgebogenen Haaren versehen.

Zwei von den drei Exemplaren waren in Übereinstimmung mit dieser Beschreibung gebaut. Das dritte aber zeigte sehr interessante Abweichungen.

Die Cerci waren verloren, das basale Glied ausgenommen. Dieses war aber stark chitinisiert, dunkelbraun und auf der einen Seite hatte es schon, was aus der Figur ersichtlich ist, die Klauenähnliche Form angenommen, die für die Zange des Japyx charakteristisch ist. Auf der anderen Seite ist, wie die Figur 50 zeigt, die klauengekrümmte Form noch nicht fertig, aber eine starke Chitinisierung ist schon eingetreten. Dass es sich wirklich um eine Chitinbildung und nicht eine andere Braunfärbung handelt, darüber konnte ich mich mittelst Kaliumhydroxyd überzeugen.

Diese Beobachtungen scheinen mir ganz überzeugend zu sein, und die Richtigkeit der Ansicht Verhoeff's zu beweisen. Der Entwicklungsgang ist hier ganz derselbe wie bei *Bormansia*, wo die Larven auch Cerci haben, von deren Grundglied die definitive Schere der Imagines hervorgeht.

Auch anderes spricht zu Gunsten dieser Meinung. Die Mandibeln des fraglichen Individuums waren von denjenigen der cercitragenden Exemplare darin verschieden, dass ihnen, auch wie bei *Japyx*, die untere "gezähnte Platte" ganz fehlte; auch die Maxillen waren denjenigen von *Japyx* dadurch ähnlich, dass Mala externa mit zwei starken Chitinzähnen nicht wie bei den zwei übrigen Exemplaren mit nur einem besetzt waren.

Styli waren von derselben Form und Grösse wie bei den cercitragenden. Antennen waren leider abgebrochen bis zu Ant. VI.

Fundort: S. von Kaka am Weissen Nil, im Neste von *Termes natalensis* Hav., 3. III. 1901 (3 Ex.).

Digitized by Google

Tabellarische Übersicht der von der Expedition gesammelten Apterygoten.

	Ägypten	Sudan	Weitere Verbreitung
Collembola.			
Sminthurinus niger LUBB.	—		Europa, Sibirien, Nordamerika.
Pseudachorutes niloticus n. sp.	—	—	
Isotoma bituberculata n. sp.		—	
Isotoma lineata n. sp.	—		
Entomobrya lanuginosa NIC.	—		Europa, Sibirien, Nordamerika.
Lepidocyrtus incoloratus n. sp.	—	—	
Lepidocyrtus pulchellus n. sp.		—	
Lepidocyrtus jægerskiœldi n. sp.		—	
Lepidocyrtus trægaardhi n. sp.	—		
Lepidocyrtus flavovirens BÖRNER			Nyassa-Gebiet.
v. annulosa n. var.		—	
Lepidocyrtus cyaneus TULLB.			Europa, Sibirien, Nordamerika, Kamerun, Bismarcksarchipel.
v. pallida REUTER	—		
Lepidocyrtus obtusus n. sp.		—	
Lepidocyrtus flagellatus n. sp.			
Lepidocyrtus decem-oculatus n. sp.	—		
Cyphoderus sudanensis n. sp.		—	
Cyphoderus termitum n. sp.		—	
Cyphoderus arcuatus n. sp.		—	
Thysanura.			
Lepisma wasmanni MOX.	—		Nordafrika, Italien.
Lepismina aurisetosa n. sp.	—		
Ctenolepisma michaelseni ESCHRCH	—		
Ctenolepisma targionii GR.-R.	—		Südeuropa.
Thermobia ægyptiaca LUC.	—	—	
Thermobia cincta n. sp.	—		
Atelura sudanensis ESCHRCH		—	
Japyx sp.		—	

Unsere Kenntniss von den Apterygotenfauna von Ägypten und dem Sudan ist natürlich noch höchst unvollständig. Einige Schlüsse kann man doch vielleicht von obiger Tabelle zu ziehen wagen.

Es ist ja ganz auffällig, wie wenige von den Collembolen für Sudan und Ägypten gemeinsam sind. Von 17 Arten nur 2.

Digitized by Google

Und es ist wohl kaum ein Zufall, dass gerade diese beiden (*Pseudachorutes niloticus* und *Lepidocyrtus incoloratus*) und keine von den anderen an Wasserpflanzen im Nil gefunden sind. Nach der üblichen tiergeografischen Einteilung gehören ja auch das niedere Ägypten und das Sudan zu verschiedenen Regionen, jenes zu der palæarktischen, dieses zu der äthiopischen. Dass dies auch betreffs der Collembolen gilt, geht vielleicht noch deutlicher hervor, wenn man die weitere Verbreitung der in dieser Hinsicht bekannten Arten betrachtet. Nur in Ägypten sind palæarktische Arten, *Entomobrya lanuginosa*, *Sminthurinus niger* und *Lepidocyrtus cyaneus* gefunden, von denen die zwei ersteren nur über Eurasien und Nordamerika, die dritte ausserdem zu einigen tropischen Inseln oder Küstenländern verbreitet sind. Von den sudanesischen Arten war nur eine, *Lepidocyrtus flavovirens*, früher bekannt, diese aber eben aus der ostafrikanischen Subregion. Und *Lepidocyrtus flagellatus* hat ganz unzweifelhaft seinen nächsten Verwandten in *L. annulicornis* Börner, welcher auch eine ostafrikanische Art ist.

Was die Lepismiden betrifft, kennt man die Lepismidenfauna des Sudans viel zu wenig um einige Schlüsse zu wagen. Die nächsten Verwandten von der termitophilen *Atelura sudanensis* sind nach Escherich in myrmecophilen neotropischen Formen zu suchen. Und betreffs *Thermobia ægyptiaca*, die für beide Gebiete gemeinsam ist, muss man bedenken, dass die Lepismiden xerophile Steppentiere sind, denen die libysche Wüste keine unüberschreitbare Schranke bilden kann.

II. Über die Verbreitung der Collembolen.

Betrachtet man die tabellarische Übersicht der ägyptischen und sudanesischen Collembolen fällt es einem gleich in die Augen, welch ein grosses Prozent die *Lepidocyrtus*-arten ausmachen. Beinahe 53 % von der ganzen Collembolafauna sind Arten dieser Gattung. Für die Sundainseln, das Bismarcksarchipel und Kaiser Wilhelms Land ist der entsprechende Zahl 30,77 %, für Kamerun 26,66 %, für Mitteleuropa 4,35 %, für Arktis 3,3 %. Diese Ziffern können wohl recht missweisend sein, da die Collembolafauna der

Digitized by Google

tropischen Länder noch so wenig untersucht ist, und da besonders die kleinen Achorutiden und Symphypleonen leicht der Aufmerksamkeit des Sammlers entgehen. Um so mehr sprechend sind die absoluten Zahlen: in Ägypten-Sudan 9, in dem malajischen Archipel 12, in Mitteleuropa 6, in Arktis 2 Arten. *Lepidocyrtus* scheint somit in hohem Grade eine ausgeprägt tropische Gattung zu sein, die nur binnen den Tropen ihre Fülle von Arten hat entwickeln können.

Wenden wir uns zu den Polarregionen, finden wir, dass die Zusammensetzung der Collembolafauna da eine ganz andere ist. Dass in den arktischen Gegenden die niederen Collembolen (*Achorutidæ, Isotominæ*) vorherrschend sind, hat erst Tullberg hervorgehoben. Dass ein ähnliches Verhältniss in der regio alpina der Hochgebirgen Lapplands herrscht, hat Ågren gezeigt. Und selbst bin ich in der Lage gewesen, zu zeigen, dass so auch der Fall ist auf kleinen felsigen Inseln der gemässigten Zone, wie den Schären Schwedens; jetzt bin ich auch in der Lage, nachdem ich die Sammlungen der schwedischen antarktischen Expedition untersucht habe, konstatieren zu können, dass dasselbe für antarktische Gegenden gilt, also überall, wo die Pflanzenwelt spärlich oder die klimatischen Verhältnisse ungünstig sind.

In den arktischen und antarktischen Zonen ist es besonders die Gattung *Isotoma*, die dominierend ist. In den arktischen Gegenden trägt *Isotoma* mit 26 % zu der Zusammensetzung der Collembolafauna bei, und für die antarktischen Gegenden ist die Prozentzahl beinahe dieselbe (25 %), während diese Zahl in Mitteleuropa bis zu 17 (nach einer Berechnung, die sicherlich ein allzu hohes Ziffer giebt) gesunken ist. So viel ist wenigstens von diesen Zahlen ersichtlich, dass auch so abgehärtete Insekten wie die Collembolen keineswegs, so wenig wie andere Tiere, von den pflanzlischen und klimatischen Verhältnissen unabhängig sind.

Andererseits ist es ja nicht zu leugnen, dass mehrere, vielleicht die meisten Gattungen sehr weit, oftmals über mehrere tiergeografische Regionen verbreitet sind, was wohl eine hinreichende Erklärung in der Thatsache erhält, dass sowohl diese Ordnung wie auch mehrere von den jetztlebenden Gattungen

Digitized by Google

ein so hohes geologisches Alter haben, dass sie gute Zeit gehabt, sich über die Erde zu verbreiten, und dabei sämtliche, auch die jetzt aufgebrochenen Strassen und Landverbindungen brauchen konnten. Wenn man zugiebt, dass die Apterygoten ursprünglich flügellose Insekten sind, und dies ist ja kaum zu bezweifeln, müssen sie spätestens in Devon enstanden sein, da nach HANDLIRSCH schon in dieser Zeit unzweifelhafte Funde von geflügelten Insekten gemacht sind. Wahrscheinlich senkt aber der Stammbaum der Apterygoten seine Wurzeln bis in die Silurperiode, und unter den jetztlebenden Apterygoten können die Collembolen sehr gut die ältesten sein.

Die Funde von fossilen Collembolen sind wohl nicht älter als von der Tertiärperiode, von welcher Zeit man mehrere Bernsteinseinschlüsse kennt, aber diese gehören alle zu jetztlebenden Gattungen. Auch die hoch spezialisierte Gattung *Sminthurus s. str.* mit ihren sekundär geringelten Antennen war damals schon fertig, was z. B. *Sminthurus longicornis* KOCH & BER. zeigt, so auch die höheren Entomobryiden, was *Podura (Entomobrya?) pilosa* KOCH & BER. mit ihren gut ausgebildeten thoracalen Haarschöpfen und ihrem langen Abd. IV, das etwa dreimal länger als Abd. III ist, zeigt.

Der Cosmopolitismus der Collembolen ist von mehreren Seiten hervorgehalten worden, und man hat ihre weite Verbreitung als ganz sonderbar betrachtet. Betreffs der Gattungen ist der Ruhm von Cosmopolitismus wohl ganz berechtigt, obwohl es nicht zu vergessen ist, dass es auch mehrere Gattungen von beschränkter Verbreitung giebt, was besonders von einigen neotropischen aller Wahrscheinlichkeit nach gilt. Aber betreffs der Arten hat man sich in dieser Hinsicht einiger Übertreibung schuldig gemacht.

Dabei muss man doch von der weiten Verbreitung vieler Arten über die holarktische Region absehen. Denn diese ist ja nicht nur für die Collembolen eigentümlich. Die ethologischen Faktoren sind ja in diesem ganzen Gebiet ziemlich gleichartig, und die Collembolen haben ja auch Gelegenheit gehabt von den früheren Landverbindungen und dem värmeren Klima früherer Zeitalter Vorteil ziehen zu können.

Digitized by Google

Sieht man nach, wo die wirklich cosmopolitischen Collembolen ausserhalb der holarktischen Kontinente angetroffen sind, findet man, dass sie sämtlich in Küstenländern und beinahe immer auf Küstenorten eingesammelt sind: den Sundainseln, dem Bismarcksarchipel, Kamerun, mehreren Küstenorten von Südamerika, den arktischen und antarktischen Inseln. Dagegen haben die wenigen Binnenländer, von denen man Collembolen kennt (Nyassa-Gebiet von Deutsch Ostafrika, Sudan) keine holarktischen Formen aufzuweisen. Prüft man weiter die Arten, die als cosmopolitisch zu betrachten sind, wird man bald finden, welch ein grosser Teil von ihnen mehr oder minder ausgeprägte Küstenformen ist. Hierher gehören z. B. *Isotoma palustris* Müll., *Isotoma besselsi* Pack, *Achorutes viaticus* Tullb., *Achorutes armatus* Nic. und *Xenylla humicola* (Fabr.) Tullb. Sämtliche diese Arten sind unter aufgeworfenem Tang auf den Meeresküsten häufig, und *I. besselsi*, *A. armatus* und *X. humicola* sind scharenweise auf der Meeresfläche gefunden. Zu derselben Kategorie gehört vielleicht auch *Achorutes purpurascens* Lubb., der freilich meines Wissens noch nicht an der Küste gefunden ist, der aber übrigens ähnliche Lebensweise wie *A. viaticus* führt und an Seeufern und auf der Fläche von Süsswasser angetroffen ist.

Ich habe früher in einem Aufsatze von den Collembolen der äusseren Schären hervorgehoben, dass aller Wahrscheinlichkeit nach Meeresströmungen und Meereswellen eines von den wichtigsten Verbreitungsmitteln für die Collembolen ausmachen, und darin haben mir auch Schäffer und Folsom zugestimmt. Ausser den obengenannten cosmopolitischen Formen verdanken wahrscheinlich viele die holarktischen Küsten entlang und auf den Inseln lebenden Arten der transportierenden Thätigkeit des Meeres ihre Verbreitung; so sicherlich *Isotoma viridis* Bourl., *Isotoma schötti* D. T., *Xenylla maritima* Tullb., *Anurida maritima* Laboalb. und *Anurida tullbergi* Schött.

Schäffer äussert, dass die Verbreitung durch das Wasser nur zwischen ziemlich benachbarten Gebieten anzunehmen ist. Freilich, aber durch eine allmähliche Verbreitung von Ort zu Ort kann doch z. B. *Xenylla humicola* in der Länge der Zeiten den Weg an der Küste Europas, der ehemaligen nordatlantischen Landbrücke und der Küste Amerikas entlang zu Südgeorgien

Digitized by Google

zurückgelegt haben, wäre nun wirklich Europa ihr Verbreitungszentrum gewesen. Ist nun auch die Bedeutung der Meeresströmungen meiner Meinung nach für die Verbreitung der Collembolen sehr gross, so darf man andererseits dieselbe nicht überschätzen; so thut aber ganz sicher ENDERLEIN, als er die Vermutung ausspricht, dass *Isotoma octoculata* WILL. von Graham Land durch Wind und Wellen zu Kerguelen getrieben worden ist.

Dieselbe Rolle, die das Meer für die Küstenbewohner spielt, spielen in noch höherem Grade die Binnengewässer, Seen, Ströme, Graben, Rinnen und Regenbäche. Und man kann die Bedeutung des Süsswassers für die Verbreitung der Collembolen kaum überschätzen. Ich habe diese Bedeutung auch in meinem oben erwähnten Aufsatze hervorgehoben. Ich gebe hier ein Verzeichniss der Collembolen, die an der Fläche von Süsswässern angetroffen sind. Die Angaben sind aus Arbeiten von TULLBERG, SCHÖTT, REUTER, CARPENTER und ÅGREN und aus den Aufzeichnungen, die ich bei Exkursionen in mehreren Teilen von Schweden gemacht, zusammengestellt: *Achorutes viaticus* TULLB., *armatus* NIC., *purpurascens* LUBB., *lapponicus* AXELS., *Xenylla maritima* TULLB., *Podura aquatica* L., *Anurida tullbergi* SCHÖTT, *Friesea mirabilis* TULLB., *Isotoma viridis* BOURL., *palustris* MÜLL., *olivacea* TULLB., *reuteri* SCHÖTT, *bidenticulata* TULLB., *fimentaria* (L.) TULLB., *Lepidocyrtus lanuginosus* TULLB., *Sminthurides malmgreni* TULLB., *aquaticus* BOURL., *Sminthurinus niger* LUBB., *Sminthurus insignis* REUT., *hortensis* FITCH, *novemlineatus* TULLB., *bilineatus* BOURL., *Dicyrtoma minuta* (FABR.) TULLB. Dieses Verzeichniss ist natürlich höchst unvollständig, und ich bezweifle nicht, dass man die Zahl vielfach vergrössern könnte, wenn man spezielle Untersuchungen in dieser Richtung machte. Hier fehlen ja mehrere Arten, die sich an Wasserpflanzen und in Moorenvegetation am liebsten aufenthalten, und mehrere, die unter Steinen am Wasserrande oftmals angetroffen sind. Und es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die erwähnten Arten wie auch viele andere, die sich in der Nähe von Gewässern aufenthalten, in grossem Massstabe durch das Wasser verbreitet worden sind, besonders wenn das Hochwasser im Frühjahr alle Seen und Bäche über ihre Ränder steigen macht oder die Rinnen der Herbstregen die Abhänge spülen. Auch die Collembolen, deren

Digitized by Google

rechtes Element das Wasser nicht ist, scheinen auf der Wasserfläche ganz zu Hause zu sein; auch solche Formen wie die schuppentragenden *Lepidocyrtus*-arten, von welchen man dies nicht erwarten könnte, scheinen das Wasser gar nicht zu scheuen, und ich habe *Lepidocyrtus lanuginosus* mehrmals und massenhaft auf Gewässern besonders in Lappland angetroffen.

Zu derselben Kategorie wie die auf Gewässern sich regelmässig oder zufälligerweise aufenthaltenden Arten gehören auch die Schneecollembolen, welche von dem Schmelzwasser oftmals in ungeheuren Scharen zusammen- und hinweggespült werden.

Und diese Verbreitung durch Binnengewässer kommt nicht nur dem Binnenlande zu gute; durch die Flüsse werden die Collembolen ins Meer hinausgetrieben und können zusammen mit den von den Brandungen aus den vermodernden Tangmassen des Meerenufers ausgespülten neue Küsten und Inseln erreichen.

Betreffs der Schneecollembolen kann ich nicht umhin, auf ein anderes Verbreitungsmittel die Aufmerksamkeit zu lenken, dessen Wirkungen man an diesen am besten studieren kann. Ich meine den Wind.

Es ist nicht ganz klar, woher die scharenweise auf dem Schnee oftmals vorkommenden Collembolen stammen, ob sie durch den Schnee heraufkriechen oder aus naheliegenden Wäldern kommen. Jedes Jahr im Spätwinter oder Frühjahr enthalten die Zeitungen Notizen von "Schneeflohregen", die bald hier bald da gefallen sind. Ich habe mich mehrmals durch die Zeitungsredaktionen mit ihren Mitteilern in Verbindung gesetzt, um Proben von den Tieren und ausführlichere Erklärungen zu erhalten. Diese Schneeflöhe sind beinahe immer *Achorutes socialis* Uzel. Diese Art, die merkwürdig genug niemals in Schweden anderswo als auf dem Schnee angetroffen ist, lebt nach Uzel in feuchtem Moos, Laubhaufen und Pilzen, und dasselbe berichtet Folsom von den nordamerikanischen Schneeflöhen, die wenigstens teilweise mit unserer Art identisch sind. Hieraus ist es ja ersichtlich, dass sie ausgeprägte Waldbewohner sind. Einer von meinen Mitteilern betont auch ausdrücklich, dass sie am Waldboden weit zahlreicher als auf dem Felde vorkamen, obgleich er doch seiner-

Digitized by Google

teils überzeugt ist, dass sie vom Ackerboden durch den Schnee heraufgekrochen waren.

Die nächste Frage ist, ob sie aus dem Walde auswandern oder davon durch den Wind über die Felder geführt werden. CARL ist der Meinung, dass das scharenhafte Auftreten von *Achorutes socialis* durch wirkliche Massenwanderung verursacht ist; seine Begründung dieses Annahmes scheint mir doch nicht ganz überzeugend. Niemals hat man eine wirklicke Wanderung beobachtet, und das ganz plötzliche Auftreten spricht auch dagegen. In den meisten Erzählungen wird es auch angegeben, dass das Massenauftreten während oder kurz nach Sturm stattgefunden hat, und die Tiere sind mehrmals bei Hauswänden und steilen Schneewehen am dichtesten angehäuft. Es scheint mir dies dafür zu sprechen, dass sie wirklich von dem Winde hinausgeführt worden sind. Ganz sicher ist dies der Fall, als man weit vom Ufer draussen auf dem Eise von Binnenseen Scharen von Schneeflöhen gefunden hat, und einige ältere Erzählungen von Schneeflohregen geben ja deutlich an, dass es sich um wirklichen "Regen" gehandelt hat. Und kann der Wind Schneeflöhe über grosse Flächen verbreiten, so kann er natürlich auch im Sommer ein gutes Verbreitungsmittel für so winzige Insekten wie Collembolen sein, obgleich man seine Wirkung da nicht so leicht wahrnimmt.

In meinem früher erwähnten Aufsatze über die Schärencollembolen warf ich auch den Gedanken hervor, dass die Verbreitung der Collembolen möglicherweise auch von Vögeln vermittelt werden könnte, und motivierte dies damit, dass Collembolen oftmals in Vogelnestern angetroffen werden. Zu den Fällen, die ich da und in einem früheren Aufsatze angeführt habe, kann ich noch fügen, dass die schwedische Südpolarexpedition mehrere Exemplare einer neuen *Tullbergia*-art in dem Neste von *Diomedea exulans* auf Südgeorgien fand. Eine wichtigere Stütze für meine Vermutung von der Verbreitung der Collembolen durch höhere Tiere finde ich aber in einer Mitteilung von FOLSOM, wo er anführt, dass er ein Exemplar von *Isotoma griseo-olivata* erhalten hat, das tief in dem Pelze eines Maulwurfs gefunden wurde.

Digitized by Google

Ausser dem merkwürdigen *Podurhippus pityriaticus* Mégnin, der niemals wiedergefunden ist, kennt man sonst nur einen Fall von Parasitismus unter den Collembolen. Dieser ist von den Herren Frêche und Beille durch Perrier von der Akademie der Wissenschaften zu Paris einberichtet und lautet in seiner Gesammtheit, wie folgt. "M. X., âgé de 70 ans, habite dans la Charente-Inférieure une maison confortable et isolée en rase campagne; il est très soigneux de sa personne. En août 1891 il fit un voyage aux Sables-d'Olonne, à la Rochelle et à l'île d'Oloron et ne remarqua rien d'anormal. Mais quinze jours après son retour il sentit de vives démangeaisons dans le cuir chevelu et y trouva de nombreux parasites qu'il prit pour des poux. Un traitement mercuriel parut efficace. A l'entrée de l'hiver les parasites disparurent et M. X., n'en trouvant plus, se crut définitivement debarrassé. Mais au printemps de 1892 de nouveaux parasites reparurent et persistèrent jusqu'en novembre. En 1893 nouvelle éclosion au printemps et disparition à l'entrée de l'hiver. Les mêmes faits se sont renouvelés en 1894, 1895, 1896, et cela malgré tous les soins de propreté et la désinfection de tous les objets mobiliers. Les parasites semblent même devenir de plus en plus abondants; à l'origine M. X. n'en trouvait que dans ses cheveux qu'il porte habituellement fort longs, mais depuis 1894 il circulent sur le cou, le tronc et les membres qui sont absolument glabres.

Ce parasite ne détermine aucune lésion de la peau; le cuir chevelu, sur lequel il est si abondant, n'offre aucune altération pathologique; il est simplement gênant et désagréable par ses mouvements. Il paraît appartenir au genre *Seira* et avoisine la *Seira domestica*, mais sans lui être identique; on ne peut le rapporter à aucune des espéces décrites par Lubbock dans sa monographie classique. Particularité curieuse: seul dans son entourage M. X. est atteint; ses domestiques sont à peu près complètement épargnés.“ Obgleich diese Geschichte ganz unglaublich klingt, hat man ja doch kaum Recht, dieselbe zu bezweifeln. Sie spricht aber auch einigermassen zu Gunsten meiner Ansicht von der Verbreitung der Collembolen durch zufälligen Parasitismus auf höheren Tieren.

Digitized by Google

Dass mehrere Collembolen ihre weite Verbreitung dem menschlichen Verkehr, besonders der Verschleppung zusammen mit Pflanzen und Pflanzenteilen, verdanken, ist wenigstens sehr wahrscheinlich durch einige Fälle, die von Reuter und Schäffer angeführt sind. Mehrere von den in Treibhäusern gefundenen Formen gehören zu dieser Kategorie und unter den weit verbreiteten Arten vielleicht *Lepidocyrtus cyaneus* Tullb., falls wirklich die unter diesem Namen beschriebenen tropischen *Lepidocyrtus*-formen der Art identisch sind.

Mit diesen Zeilen habe ich unter anderem andeuten wollen, dass die weite Verbreitung und der ofterwähnte Cosmopolitismus der Collembolen keine so wunderbare Erscheinung sind, wie bisweilen hervorgehalten worden ist, und dass man es ganz gut verstehen kann, wenn man bedenkt, an welchen Orten die Funde gemacht sind, und wie viele und effektive Verbreitungsmittel ihnen zu Gebote gestanden und noch stehen. Allerdings giebt es doch Arten, deren Verbreitung fast jede Erklärung fehlt; so z. B. *Sminthurus hortensis*, der in Europa, Nord- und Südamerika und Japan, so weit nördlich wie Lappland und südlich wie Uschuaia, gefunden ist. Aber bei erweiterter Kenntniss von der Lebensweise und den Verbreitungsmöglichkeiten der Collembolen wird die Zahl von solchen Arten immer kleiner.

III. Zur Systematik der Collembolen.

In den letzten Jahren ist die Frage von der Phylogenie der Collembolen hauptsächlich durch die Arbeiten von Börner und Willem in den Vordergrund der Collembolaforschung getreten. Die Collembolologie hat das rein deskriptive Stadium verlassen, und durch die regen Forschungen der letzten Jahrzehnte und durch die Auffindung sehr interessanter und eigentümlicher Formen ist es schon möglich geworden, die gröberen Züge der Stammesgeschichte der Collembolen wahrzunehmen oder wenigstens zu diskutieren. Besonders hat Börner in einer ganzen Reihe von Arbeiten ein in den letzten Einzelheiten ausgearbeitetes systematisches Gebäude aufgeführt, von welchem er zwar selbst nach kurzer Zeit einzelne Parteien hat niederbrechen, andere umbauen müssen. Über einige Einzelheiten des Bör-

Digitized by Google

NER'schen Systems haben dann zwar andere Forscher ihre zustimmenden oder abweichenden Meinungen geäussert; auf die Frage als Ganzes von der Systematik der Collembolen aber hat in der letzten Zeit ausser BÖRNER und WILLEM, die übrigens in wichtigen Punkten von einander abweichen, sich niemand eingelassen. Bei einer so einheitlichen Insektenordnung wie die der Collembolen, betreffs welcher die systematischen Fragen so mit einander eingeflochten sind, scheint mir dies aber notwendig, wenn wir zu einem Verständniss von den phylogenetischen Beziehungen kommen sollen. Da es mir auch angemessen scheint, dass diese Fragen von mehreren Seiten zur Beantwortung oder wenigstens zum Diskutieren aufgenommen werden, und da meine Ansichten in mehreren Punkten von den Meinungen BÖRNERS abweichen, habe ich auf Grund meiner bisherigen unter mehrjähriger Beschäftigung mit den Collembolen gewonnenen Kenntniss dieser Insekten die nachstehenden Auseinandersetzungen vorlegen wollen.

Symphypleona.

Die meiner Meinung nach wertvollste und am besten begründete von den Neuerungen, die BÖRNER in die Systematik der Collembolen eingeführt hat, ist das Aufstellen der Unterordnungen *Symphypleona* und *Arthropleona*. Meines Erachtens hat aber BÖRNER bei seiner Charakteristik dieser Gruppen das allerwesentlichste nicht getroffen oder wenigstens nicht genug hervorgehoben. In seiner Schrift vom Jahre 1901 giebt er für diese Unterordnungen folgende Hauptmerkmale an: die *Arthropleona* sind durch das in 6 Segmente gegliederte Abdomen ausgezeichnet; zu den *Symphypleona* gehören die Collembolen, bei denen die Hinterleibsegmente teilweise mehr oder minder vollständig unter einander verwachsen sind. Nachher hat es sich aber, zum Teil durch BÖRNERS eigene Untersuchungen, herausgestellt, dass mehrere echte Arthropleonen abdominale Segmente mit einander verschmolzen haben, und andernteils sind bei *Actaletes*, welche Gattung betreffs der Gliederung des Abdomen am meisten mit den Arthropleonen übereinstimmt, solche Entdeckungen gemacht worden, dass sie meiner Meinung nach zu den Symphypleonen gerechnet werden muss. Wenn ich dessenunge-

Digitized by Google

achtet das Erhalten dieser beiden Unterordnungen fortwährend berechtigt finde, hängt dies von anderen Gründen als der Abdominalsegmentierung ab.

Das für unsere Auffassung von der phylogenetischen Stellung der Symphypleonen den anderen Collembolen gegenüber wie auch von der systematischen Stellung der Collembolen zu den übrigen Insekten entscheidende liegt in der Frage von dem Alter und der Entwicklung des Tracheensystems der Collembolen. Sind die Tracheen der Symphypleonen eine sekundäre Bildung, da scheint es mir nicht unmöglich, dass die Symphypleonen von einer mit den jetzt lebenden Arthropleonen verwandten Collembolagruppe abstammen könnten; sind aber die Tracheen der Symphypleonen ein Überbleibsel oder eine Weiterentwicklung von Procollembolentracheen, da ist offenbar das Aufrechthalten der beiden Unterordnungen notwendig.

Die Frage von der Natur der Sminthuridentracheen ist unter den Collembolologen streitig gewesen. Während WILLEM und BÖRNER die Tracheen der Sminthuriden für die Reste eines ehemals reicher entwickelten Tracheensystems halten, sind andererseits Stimmen laut geworden, die Zweifel darüber ausgesprochen haben. So hält SABBE in einem Aufsatze "De Phylogenie der Insecten" 1897 die Tracheen des *Sminthurus* für eine sekundäre Erwerbung. PROWAZEK schreibt von *Isotoma grisea* LUBB., die er anatomisch untersucht hat: "Was das Fehlen der Tracheen anbelangt, so lässt es sich schwer entscheiden, ob dies — — — ursprünglich ist"; und BECKER hat in einer leider auf russisch verfassten Abhandlung über die Phylogenie der Collembolen die Berechtigung der beiden Unterordnungen bestritten. VON ADELUNG, der die Arbeit referiert hat, schreibt: "BECKER weist darauf hin, dass die Tracheen auch sekundär erworben sein können". Als ich selbst vor einigen Jahren mit einer ziemlich eingehenden Untersuchung von der Anatomie des *Sminthurus* beschäftigt war, fühlte auch ich mich stark versucht, zu einer ähnlichen Ansicht zu neigen, da ich sah, wie das Tracheensystem dieser Gattung in mehreren Beziehungen von demjenigen anderer Insekten verschiedenartig war. Nach der Entdeckung WILLEM's von Tracheen bei *Actaletes neptuni* GIARD scheint es mir aber ganz un-

Digitized by Google

nötig, ja unmöglich eine solche Meinung aufrecht zu erhalten, gegen welche ja übrigens so starke Gründe sprechen.

Ehe ich weiter gehe, muss ich meine Stellung gegenüber der Frage von dem systematischen Platz von *Actaletes* präzisieren. Ich habe Gelegenheit gehabt von dieser Art Kenntniss zu nehmen, da in den Sammlungen des Reichsmuseums mehrere Exemplare aus Wimereux (Frankreich) aufbewahrt sind.

In seiner Monographie über die Apterygoten betrachtet Willem *Actaletes* als die am meisten spezialisierte Entomobryidengattung, und in seinem Stammbaume über diese Familie verbindet er sie direkt mit *Entomobrya*. In seinem Stammbaume vom Jahre 1901 stellt Börner *Actaletes* als einen selbständigen Zweig von den primitiven Entomobryinen ausgehend, und im Jahre 1902 errichtet er für diese Gattung eine eigene Unterfamilie binnen der Familie *Entomobryidæ*. Im demselben Jahre macht Willem die merkwürdige Entdeckung, dass *Actaletes* Kopftracheen besitzt, betrachtet sie aber fortwährend als eine Entomobryide zu einer eigenen Unterfamilie gehörend. Dieser Meinung kann ich aber durchaus nicht beistimmen.

Die in beinahe allen Hinsichten primitivsten Collembolen findet man in der Familie *Achorutidæ* und besonders in deren Unterfamilie *Achorutinæ*. Für diese Ansicht sprechen die homonome Segmentierung des Abdomen, die wohl entwickelten Prothorax und Intersegmente, der Bau der Antennen, der Springgabel, der oberen wie der unteren Klaue, um nur einige von den wichtigsten äusseren Merkmalen zu erwähnen. Für diese Ansicht spricht auch die innere Morphologie, besonders die einfache Gestaltung der Genitalorgane. Bei sämmtlichen Arten dieser Familie fehlen aber die geringsten Spuren von Tracheen.

Aus den Achorutiden ist ganz unzweifelhaft die Familie *Entomobryidæ* entwickelt, was so deutliche Übergangsformen wie die Anurophorinen beweisen, die ebenso gut an die Spitze des Achorutidenzweiges als an die Basis des Entomobryidenzweiges gestellt werden könnten. Unter solchen Umständen zu der Familie *Entomobryidæ* eine Gattung zu führen, die noch Tracheen besitzt, und die im Übrigen betreffs der äusseren Morphologie sich mehr spezialisiert als irgend eine andere Entomobryidengattung erweist, scheint mir ganz absurd, wenn man nicht der

Digitized by Google

Ansicht huldigt, dass die Tracheen der Collembolen sekundär und mehrmals während der Stammesentwicklung erworben sind, oder wenigstens, wenn die fragliche Gattung keine Verwandtschaft mit irgend einer anderen Collembolengruppe erzeigte.

Es giebt aber eine solche Gruppe. Und wie ich schon erwähnt habe, betrachte ich die Unterordnung *Symphypleona* als diese. Sowohl Börner als Willem erwähnen Ähnlichkeiten zwischen *Actaletes* und den Symphypleonen, betrachten sie aber als unwesentlich. Als Börner sich über die systematische Stellung von *Actaletes* äusserte, waren doch ihre Tracheen nicht entdeckt. Die allerwichtigste Übereinstimmung zwischen *Actaletes* und den symphypleonen Collembolen sind aber diese Kopftracheen, die bei keiner anderen Collembole, ja bei keinem anderen ausgebildeten Insekte ausser bei *Actaletes* und *Sminthuridæ* gefunden sind. Auch die äussere Morphologie von *Actaletes* zeigt mehrere wichtige Übereinstimmungen mit derjenigen der Symphypleonen. Bei keinen anderen Collembolen als bei diesen tritt die Entwicklung des vierten Abdominalsegmentes auf die Kosten der anstossenden Segmente so stark hervor. Der Kopf ist ganz von symphypleonem Typus, senkrecht gestellt und die Antennen und Augen sind zur Nähe des Hinterrands verschoben. Die vorhandenen Verschiedenheiten sind meiner Meinung nach mehr unwesentlich. Dass die drei vorderen Abdominalsegmente vollständig von einander getrennt sind, deutet nur auf ein älteres Entwicklungsstadium, dessen nächste Fortschritte von *Megalothorax* und danach von den niederen Sminthuriden repräsentiert sind. Dass das fünfte und das sechste Abdominalsegment mit einander und mit dem vierten Abdominalsegmente verschmolzen sind, ist nicht merkwürdiger als dieselbe Erscheinung bei *Isotoma fimentaria*, während übrige *Isotoma*-arten freie Abdominalsegmente haben. Auch bei *Megalothorax* sind das fünfte und das sechste Abdominalsegment gegen das vierte unvollkommen abgegliedert. Dass *Actaletes* eine einzige Postantennaltuberkel hat, braucht auch nicht eine nähere Verwandtschaft mit den Isotominen zu bedeuten, da wohl diese Form von Postantennalorgan die für die Collembolen ursprüngliche gewesen ist, welche dann bei den meisten aber nicht bei allen Achorutiden komplizierter geworden ist, während das Postantennalorgan sowohl bei einigen

Digitized by Google

Achorutiden wie auch besonders bei den höheren Entomobryiden einerseits, den höheren Symphypleonen andererseits, wahrscheinlich in Zusammenhang mit der freien Lebensweise, reduziert worden ist. Der Bau der unteren Klaue, die durch ihre Verbreitung in nur einer Ebene von derjenigen der Entomobryiden und wohl der meisten Sminthuriden verschieden ist, ist auch eine primäre Eigenschaft, die wir bei den weniger spezialisierten Achorutiden wiederfinden. Dass die untere Klaue bei *Actaletes* so stark ausgebreitet worden ist, ist wahrscheinlich von der aquatischen Lebensweise abhängig. (Dass die untere Klaue auch bei anderen Collembolen wahrscheinlich von der Lebensweise bedingte Abweichungen von dem gewöhnlichen Bau zeigen kann, hat Carl bei *Isotoma bidenticulata* Tullb. und *I. alticola* Carl aufgewiesen.) Eine Anpassung zu der aquatischen Lebensweise ist sicherlich auch die übrigens sehr ursprüngliche Mucro, die mit sehr breiten lamellösen Zähnen versehen ist, ungefähr wie bei *Isotoma besselsi* Pack., welche auch teilweise eine hydrophile Collembole ist, und deren Furca auch betreffs der Dentes derjenigen von *Actaletes* sehr gleicht.

Nichts spricht also dafür, dass *Actaletes* zu den Entomobryiden zu rechnen sei, während viele und zum Teil schwerwiegende Gründe für ihre Einreihung unter die Symphypleonen sprechen.

Ich habe mich so lange mit der Frage von der systematischen Stellung *Actaletes'* aufgehalten, weil ich der Meinung bin, dass die richtige Beantwortung dieser Frage von der allergrössten Bedeutung für unsere Auffassung von der Phylogenie der Collembolen ist. Von der Stellung der *Actaletes* binnen oder ausser den Symphypleonen hängt die Bedeutung der beiden Unterordnungen ab. Wäre *Actaletes* eine Entomobryide, dann fiele der wichtigste Unterschied der beiden Unterordnungen, die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Tracheensystems, weg.

Actaletes ist der älteste Repräsentant der Symphypleonen, den wir kennen, obgleich diese Gattung in mehreren Hinsichten spezialisiert ist. Wie ich oben hervorgehoben habe, meine ich, dass das Auffinden von Tracheen bei dieser altertümlichen Gattung auch einer der stärksten Gründe für die Annahme ist,

Digitized by Google

dass die Tracheen der Symphypleonen primär, d. h. Reste von einem ursprünglichen Tracheensystem, sind.

Man hat aber die Bedeutung dieser Meinung übertrieben. Denn die Tracheen des *Sminthurus* sind nicht *nur* Überbleibsel von einem älteren Tracheensystem: *das Tracheensystem der Sminthuriden befindet sich in progressiver Entwicklung.* Man hat wohl wahrgenommen, dass die niederen Sminthuriden nur Kopftracheen, die höheren "Kopfbrusttracheen" haben, aber dass man diesem Umstande keine besondere phylogenetische Bedeutung zugemessen hat, ergiebt sich deutlich daraus, dass man *Dicyrtoma* (*Papirius*), die in später Zeit ihre Tracheen verloren hat, nicht von den niederen Sminthuriden, deren Tracheensystem sich auf derselben Stufe der Entwicklung wie dasjenige von *Actaletes* befindet, sondern von den höheren Sminthuriden, wo das Tracheensystem ein progressives Organsystem ist, herleitet. So thut Willem, so auch Börner in ihren Stammbäumen der Symphypleonen.

Die Collembolen müssen von insekten- oder myriapodenähnlichen Arthropoden stammen, die Kopftracheen, von cephalen Stigmata ausgehend, hatten, welche sich bei keinen anderen jetztlebenden Insekten und bei übrigen Tracheaten nur bei *Scolopendrella* befinden. Bei den Embryonen der höheren Insekten werden doch nach Hatschek cephale Stigmata angelegen. Ob bei den *nächsten* Vorfahren der Collembola auch echte Rumpftracheen vorhanden waren, ist für unsere folgenden Schlüsse ziemlich gleichgültig. Jedenfalls müssen sie sehr früh verloren gegangen sein, da keine Spuren davon bei den jetzigen Formen gefunden sind.

Auf diesem Stadium betreffs der Entwicklung der Tracheen stehen noch *Actaletes* und *Sminthurides.* Aus diesen Überbleibseln eines ehemals reicher entwickelten Tracheensystems hat bei *Sminthurinus* eine Neuentwicklung der Tracheen stattgefunden, die bei *Sminthurus s. str.* und besonders dessen am höchsten organisierten Arten (z. B. *S. viridis* Lubb. und *S. fuscus* L.) aus den cephalen Stigmata nicht nur Kopfbrusttracheen (wie Börner unrichtig die Tracheen von *Sminthurus s. str.* benennt) sondern auch abdominale Tracheenstämme hervorgebracht hat. Man kann dagegen nicht einwenden, dass die longitudinalen Tracheen-

Digitized by Google

stämme Rudimente eines bei den Vorfahren reicher entwickelten Rumpftracheensystems sein könnten, dessen Stigmata obliteriert worden sind. Denn erstens waren wohl nicht die Tracheen der Procollembolen anastomosierend oder zu Längsstämmen mit einander verbunden, sondern bestanden wie noch bei *Campodea* und *Machilis* aus isolierten Tracheenbüscheln, zweitens ist das Tracheensystem der höheren *Sminthurus*-arten so gebaut, dass es ganz unzweifelhaft ist, dass es als Ganzes von den cephalen Stigmata herstammen muss.

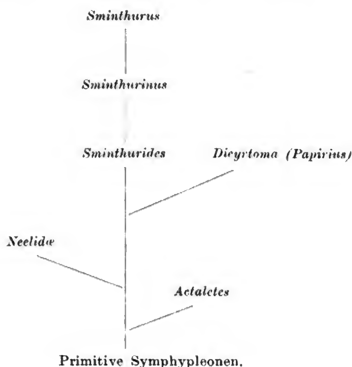
Diese longitudinalen Stämme sind nämlich nicht wie bei anderen Insekten einfache Tracheen. Ich habe in Schnittserien den Verlauf der Tracheen bei *Sminthurus viridis* und *S. fuscus* untersucht und dabei u. a. folgendes gefunden. Ausser einigen vorwärts und aufwärts aus dem Stigma ausgehenden Ästchen läuft davon rückwärts eine grössere Trachee, die sich sehr bald in zwei verteilt, von denen jede sich dann wiederholt dichotomisch verteilt, wodurch zwei von Peritrachealgewebe umhüllte Bündel paralleler Tracheen, ein ventrales und ein mehr laterales, entstehen. Ein Querschnitt durch den vorderen Teil des Körpers zeigt darum vier Tracheenbündel, von denen die zwei ventralen gleich oberhalb der Bauchganglienkette, zuletzt ganz neben derselben, die lateralen etwas ober- und ausserhalb der vorigen laufen. Die Lumina der lateralen Tracheenbündel sind enger als diejenigen der ventralen und verteilen sich schneller als diese in mehrere Zweige, welche in die Extremiteten und übrige Teile der Thorax gehen. Die Tracheen der ventralen Bündel haben grössere Lumina und scheinen binnen dem vorderen Teil der Thoracalregion keine Zweige abzugeben. Ihre Lumina teilen sich anfänglich sehr langsam, so dass sie lange Strecken ungeteilt laufen, schliesslich zerteilen sie sich in einen terminalen Büschel feiner Tracheenästchen. Beständig in naher Beziehung zu der Ganglienkette laufend folgen die Tracheenbündel, nachdem die Ganglienkette aufgehört hat, den terminalen Nerven des metathoraco-abdominalen Ganglions.

Von dieser Beschriebung dürfte es wohl ersichtlich sein, dass das Tracheensystem der höheren Sminthuriden eine sekundäre Bildung ist, die in verhältnissmässig später Zeit aus den von älteren Formen ererbten Kopftracheen hervorgegangen ist. Wenn

Digitized by Google

dies der Fall ist, muss es natürlich unrichtig sein, die Gattung *Dicyrtoma*, die, wenn auch vielleicht ziemlich spät, da die Gattung Reste von den stigmaticalen Krypten bewahrt hat, ihre Tracheen verloren, von solchen Sminthuriden stammen zu lassen, bei denen das Tracheensystem sich in progressiver Evolution befindet. So macht aber Börner, als er der *Papirius*-zweig aus demjenigen des *Sminthurus s. str.* ausgehen lässt, und so macht auch Willem.

Obigen Auseinandersetzungen gemäss sollte der Stammbaum der Symphypleonen eher nachstehendes Aussehen haben.



Warum die Gattung *Sminthurus*, allein unter allen Collembolen, ein so verhältnissmässig gut entwickeltes Respirationssystem erhalten hat, scheint mir recht begreiflich. Dies Verhältniss wie auch alle andere wichtigeren Merkmale, durch welche sich diese Gattung von den übrigen Collembolen unterscheidet, steht in Zusammenhang mit dem freieren, rührigeren Leben in bewegter, dürrerer Luft, welches die *Sminthurus*-arten im Vergleich mit den übrigen Collembolen führen. Damit hängt auch die starke Entwicklung des vierten Abdominalsegments zusammen, in welchem sich die für eine bewegsamere Lebensweise

Digitized by Google

nötigen starken Furcalmuskeln befinden. Damit hängt auch der kurze, konzentrierte, durch die Sammenschmelzung der einzelnen Segmente konsolidierte Rumpf zusammen, den besonders die höheren Sminthuriden, wie so viele andere starke Springer besitzen. Im Folge der auch in der Höhedimension starken Entwicklung des Körpers und der mehr als bei übrigen Collembolen vertikalen Richtung der verstärkten Beine hat auch der Kopf eine mehr vertikale Stellung erhalten müssen, um den Boden erreichen zu können. In Zusammenhang damit wurden die Augen und die Antennen an den oberen Rand (den früheren Hinterrand) des Kopfes verschoben, und da die beweglichere Lebensweise einen zuverlässigeren Orientierungssinn erforderte, wurde das letzte Antennenglied stark verlängert und damit auch sekundär gegliedert. Das beweglichere Leben und die kühneren Sprünge verlangten auch bessere Anheftungsorgane, und so wurden die Ventraltubustaschen stärker entwickelt als bei irgend einer anderen Collembole und mit warzigen Anschwellungen versehen.

Auch der innere Bau machte in dieser Zusammenhang Umgestaltungen durch. Die dünne Körperhaut und die ausstülpbaren Ventraltubustaschen, die wahrscheinlich auch als Blutkiemen fungieren können, sind für die übrigen Collembolen in der feuchten, stillstehenden Luft ihrer verborgenen Aufenthaltsörter hinreichende Atmungsorgane. Für die höheren Sminthuriden wurde dies nicht genügend, und die halb rudimentären Kopftracheen wurden deshalb zu Respirationsorganen entwickelt, die der neuen Lebensweise mehr angemessen waren. Dass die stärkere Entwicklung der Tracheen wirklich mit der Lebensweise in Zusammenhang steht, ist daraus ersichtlich, dass von den beiden einander nahestehenden *Sminthurus viridis* und *S. fuscus* der erstere, welcher eine freiere Lebensweise in Gras und Kräutern führt (er hat ja sogar die grüne Farbe der Vegetation angenommen) ein besser entwickeltes Tracheensystem als der letztere hat. Das bewegsamere Leben verursacht auch eine lebhaftere Stoffumsetzung, und deshalb, und besonders weil die Exkretionsprodukte bei den Collembolen während des ganzen Lebens in dem Körper aufgespeichert werden, wurden auch die Harnkonkremente ausscheidenden und aufsammelnden Gewebes-

Digitized by Google

elemente des Fettkörpers reicher als bei übrigen Collembolen entwickelt, wie ich es bei meinen anatomischen Untersuchungen gesehen habe.

Schon Tullberg, dem der Verdienst auch von der Erfindung der wirklichen Exkretionsorgane der Collembolen zukommt, hat dies gefunden. Er erwähnt, dass die "Urinkanäle" bei den Sminthuriden viel mehr verzweigt sind und grössere "Lumina" als bei den übrigen Collembolen haben. (In diesem Zusammenhang vill ich nur bemerken, dass ich die Beschreibung Willems von dem Exkretionssysteme der Collembolen wie auch seine Erklärung der Tullberg'schen früher umstritteten Urinkanäle in jeder Hinsicht bestätigen kann, da ich während meiner Untersuchungen im Jahre 1901 über die Anatomie von *Sminthurus* unabhängig von Willem, und ehe ich seine Arbeit kannte, zu ganz demselben Resultate wie er gekommen bin.)

In Zusammenhang mit der Verkürzung des Körpers wurde auch das Herz verkürzt; die sackförmigen Testes und Ovarien mussten, um Platz zu erhalten, die Z-förmige Krümmung, welche sie bei den Sminthuriden haben, annehmen, und die Längskommissuren zwischen den thoracalen Ganglien wurden ein wenig verkürzt.

Als der Körper beinahe kugelförmig ward, wurde auch der Mitteldarm parallel mit der Rückenkontur gekrümmt, und, um die digerierende Epithelfläche hinreichend zu machen, wurde er auch dorsiventral stark erweitert. Zu demselben Zwecke wurde der Mitteldarm auch mit zwei blindsackähnlichen Ausstülpungen, einer auf jeder Seite von Oesophagus, und mit starken lateralen Auswölbungen in seinem vorderen Viertel versehen. Diese seitlichen Ausbuchtungen haben sich nicht weiter rückwärts strecken können, weil sie da von den dorsoventral laufenden starken Vesicularretractoren gehemmt wurden und hinter diesen die Genitalorgane einer Erweiterung eine Grenze setzten.

Vielleicht steht diese Vergrösserung der digerierenden Fläche des Mitteldarms auch in Abhängigkeit von der Veränderung in der Zusammensetzung der Nahrung, die stattfand, als die Sminthuriden die feuchten, dunkeln, an decomponierten Pflanzenresten reichen Winkel unter Steinen, Holzstücken und Baumrinde verliessen. Von der Diät der Collembolen kennt man wohl mit

Digitized by Google

Sicherheit sehr wenig. In seinem Aufsatze "Biologisches über norwegische Collembola" hat LIE-PETTERSEN einige Angaben von den Nahrungsmitteln der Collembolen. In dieser Hinsicht hat er folgende Arten untersucht: *Sminthurus fuscus* und *novemlineatus, Dicyrtoma fusca, Lepidocyrtus lanuginosus, Entomobrya nivalis, Sinella höfti, Onychiurus armatus* und *Neanura muscorum.* "Von diesen, schreibt er, haben die ersteren fast ausschliesslich halbverfaulte Pflanzenteile verzehrt; die übrigen, soweit mir dies möglich gewesen zu constatieren, wesentlich Pilzformen oder stark decomponierte, halb flüssige Überbleibsel holzartiger Pflanzensubstans oder ein Gemisch von beiden". Er hat somit betreffs der Nahrung eine gewisse Verschiedenheit zwischen einerseits Sminthuriden, andererseits übrigen Collembolen aufgewiesen und gezeigt, dass die Sminthuriden die festeste und wohl auch schwerer verdauliche Nahrung aufnehmen. Ich habe auch mehrmals besonders bei *Sminthurus viridis* in dem Inhalte des Magens ziemlich gut beibehaltene Reste von Pflanzenepidermis, Spiralfäden von Hadromgefässen und Pollenkörner beobachtet. Es ist ja nicht unmöglich, dass die Flächenvergrösserung des Mitteldarmes ausser von der Kugelform auch von dieser mehr geformten, cellulosahaltigeren Nahrung abhängen kann. Damit hängt vielleicht zusammen, dass die Pharyngealmuskulatur bei den Sminthuriden viel stärker als bei anderen Collembolen entwickelt ist, was ich bei einer Vergleichung mehrerer Arten gefunden; möglich auch, dass die starke Entwicklung der Chitinzähne der oesophagealen Cuticula damit zusammenhängt.

Die allmähliche Entwicklung mehrerer von den den höheren Sminthuriden zukommenden Merkmalen, besonders der äusseren, kann man bekanntlich von *Sminthurides* durch *Sminthurinus* zu *Sminthurus* folgen. Auch bei *Dicyrtoma* treten einige von ihnen hervor, aber des allerwichtigste, das Tracheensystem, fehlt bei dieser Gattung. Dies kann nur darauf beruhen, wenn die obigen Auseinandersetzungen richtig sind, dass *Dicyrtoma* so früh ihre cephalen Reste von Tracheen verloren, dass sie seitdem nichts zu entwickeln hatte; und einer Neubildung von sekundären Tracheen war *Dicyrtoma* ebensowenig wie diejenigen arthropleonen Collembolen, die zu einer freieren Lebensweise übergegangen sind, nicht fähig. Wo unter den Symphypleonen die möglich

Digitized by Google

degenerierten Neeliden ihre nächsten Verwandten haben, ist unsicher. Wahrscheinlich sind sie aber älter als die Sminthuriden, jünger als die Actaletiden.

Ehe ich zu der Systematik der Arthropleonen übergehe, will ich einige Bemerkungen über den Bau des Verdauungskanals des *Sminthurus* vorlegen, da ich ihn in mehreren Punkten von demjenigen der übrigen in dieser Hinsicht untersuchten Collembolen verschieden gefunden habe, obgleich ich mich über die phylogenetische oder ethologische Bedeutung dieser abweichenden Eigenschaften gegenwärtig nicht äussern kann.

Von dem vorderen, oberen Teil der Mundhöhle macht der Oesophagus einen ebenen Bogen zu dem Mitteldarme. Die Chitincuticula ist bei *S. viridis* mit starken Zähnen bewaffnet. Eine so regelmässige Zahnbewaffnung wie die von Sommer bei *Tomocerus plumbeus* beschriebene scheint doch nicht vorhanden zu sein. Das ausserhalb der Chitinintima liegende chitinogene Epithellager ist mit grossen, ovalen Kernen versehen; einige Zellgrenzen habe ich doch nicht auffinden können wie auch nicht Sommer bei *Tomocerus* oder Folsom bei *Orchesella*. Das Protoplasma dieses Epithellagers ist in dem vorderen Teile des eigentlichen Oesophagus mit zerstreuten Pigmentkörnern versehen. Das Epithel des Oesophagus bildet vier in das Lumen weit hineinragende, etwas unregelmässige, aber stets deutliche Wülste, von denen der dorsale und der ventrale die stärksten, die lateralen schwächer sind. Bei *Orchesella cincta* bildet das Epithel nach Folsom 4—5 einragende Längsfalten; bei *Tomocerus* bemerkt Sommer auch Längswülste, findet es aber möglich, dass sie von der wandständigen Muskulatur abhängig sein können und somit von dem Kontraktionszustande der Ringmuskeln geändert werden können. Wenn man Sommers Fig. 10 prüft, kann man auch auf derselben ein Gegenstück zu den Längswülsten des *Sminthurus viridis* finden, die bei dieser Art ganz konstant und von den Kontraktionszuständen der Muskeln unabhängig sind. Dadurch bildet das Lumen des Oesophagus vier tiefe Rinnen, die auch im hinteren Teile des Oesophagus beibehalten werden, obgleich

Digitized by Google

hier die lateralen Wülste zurücktreten und beinahe verschwinden, während die medianen dagegen an Dicke zunehmen.

Der Oesophagus ist seiner ganzen Länge nach von einem Lager von Ringmuskeln umgeben, die rückwärts an Dicke abnehmen. In der pharyngealen Partei des Oesophagus sind aber die Ringmuskeln zu kräftigen Constrictoren ausgebildet, zwischen welchen sich ein dorsales und ein ventrales System von Dilatatoren inserieren. Im Verhältniss zu anderen untersuchten Collembolen hat *Sminthurus* eine besonders kräftige Pharynx. Dilatatores pharyngis superiores sind bei *S. fuscus* 20(—21) Paar, von welchen die zwei vorderen vorwärts, die (4—5) letzten schräg rückwärts gerichtet sind. Bei *Tomocerus* finden sich 10 und bei *Orchesella* 7 Paar. Dilatatores pharyngis inferiores sind bei *S. fuscus* 18 Paar, von welchen die zwei vorderen viel stärker als die übrigen sind. Bei *Tomocerus* finden sich nur 6 und bei *Orchesella* 4 Paar. In Übereinstimmung mit Folsom habe ich gefunden, dass die Dilatatoren das Epithellager durchdringen und sich an die Chitinintima befestigen. Die Zeichnung Sommers, wo sie sich an die Basalmembran anheften, muss somit unrichtig sein. Dass jeder der Oesophagealconstrictoren von einer einzigen Muskelzelle besteht, deren Kern immer in der dorsalen Medianlinie des Oesophagus liegt, hat schon Sommer dargethan. Ich kann auch konstatieren, dass auch jeder Dilatator (wenigstens von den ventralen) aus einer einzigen Zelle besteht, und dass alle Kerne dieser Muskelzellen in gleichem Abstande von dem Oesophagus liegen.

Mit seinem hinteren Ende dringt der Oesophagus etwas ventral in den weiten Mitteldarm hinein und bildet dort einen Zapf, den auch bei allen anderen untersuchten Arten beschrieben ist. Obgleich Sommer aber denselben bei *Tomocerus* als ein eigenthümliches drüsenartiges Organ beschreibt, und Fernald von der Ansicht ist, dass dieser Zapf bei *Anurida maritima* nur durch die Vergrösserung der hinteren oesophagealen Epithelzellen gebildet ist, ist die wahre Bewandtniss, dass der Oesophagus eine Ausstülpung in den Mitteldarm bildet, was man besonders deutlich bei *Onychiurus* wahrnehmen kann, wo doch auch der Mitteldarm in der Ausstülpung teilnimmt. Bei *S. fuscus* scheint diese Ausstülpung nur von den oesophagealen Zellen gebildet zu werden.

Digitized by Google

Hierdurch ist dieser Zapf zu derselben Art von Rüssel oder Trichter, die gewöhnlich bei den Insekten an der Grenze zwischen dem Vorder- und dem Mitteldarm vorkommt, reduziert. Bei *Sminthurus* sind die dorsalen und ventralen Parteien des Trichters viel dicker als die lateralen, was natürlich von den oben erwähnten Längswülsten des Oesophagus abhängt. Da ich sehr bezweifle, dass dieser Trichter bei *Sminthurus* eine besondere, drüsenartige Funktion haben kann, und da dies ganz nicht bei *Onychiurus* der Fall ist, bin ich von der Ansicht, dass der Zweck des Trichters ist, das Zurückdringen von dem Inhalte des Mitteldarms in den Vorderdarm zu verhindern, eine Ansicht, die auch Tullberg vertritt.

Zu dem, was ich von dem Mitteldarme oben geäussert habe, will ich hier nur hinzufügen, dass das Epithel des Mitteldarms bei *Sminthurus fuscus* nicht wie bei übrigen untersuchten Arten eine ebene Fläche bildet. Einige Zellengruppen sind nämlich weit stärker entwickelt als die anderen, welche letzteren somit tiefe Senken bilden. Ein Querschnitt durch den Mitteldarm gleicht demjenigen von *Machilis maritima*, wie ihn Oudemans abgebildet hat. In dem Querschnitte bilden die stärker entwickelten Zellengruppen konische Papillen, deren mittlere Zellen sehr lang sind, während die Zellen gegen die Seiten an Länge allmählich abnehmen. An dem distalen Ende sind die langen Zellen oft knopfförmig angeschwollen, was vielleicht darauf beruht, dass die Zellen ein tropfförmiges Sekret ausscheiden, oder dass die Zellen sich abschnüren. Bei einer Acaride, zur Gattung *Bdella* gehörend, hat Michall eine ähnliche Erscheinung beschrieben, indem bei jener Art die Magenzellen sich distal abschnüren. Er beobachtete auch, dass diese abgeschnürten Knöpfe von einem "granular dark material" gefüllt waren, und auch bei *Sminthurus fuscus* scheinen diese Knöpfe dichteres Plasma zu enthalten, das bei Hämatoxylinfärbung eine dunklere Farbe als die übrigen Teile der Zellen annimmt. Bei *Machilis* hat Oudemans, wie erwähnt, ähnliche Epithelhöhen und -senken beobachtet. Er identifiziert diese Bildungen mit den von Frenzel bei *Blatta* und anderen Insekten beschriebenen "Krypten", schliesst sich aber zu der Deutung dieser Krypten an, die von Miall und Denny gegeben ist, welche die Krypten für Regenerationsstellen des

Digitized by Google

Darmepithels halten, zu welcher Ansicht sich auch PETRUNKEWITSCH anschliesst. Stellt man den allgemeinen Bau dieser Krypten und den allmählichen Übergang von ihren Zellen in die grösseren Zellen der Epithelhöhen mit den Zellabschnürungen der letzteren zusammen, scheint diese Meinung, dass die Krypten Regenerationsstellen, die Zellhöhen das wirksamste Digestionsgewebe seien, auch in den Erscheinungen bei *Sminthurus* Stütze zu finden.

Die Kommunikation zwischen dem Mitteldarme und dem Enddarme wird, wenn es nötig ist, durch eine "Pylorusvalvel" verhindert. Diese ist doch nicht wie bei *Anurida* nach FERNALD von grösseren säulenförmigen Zellen auch nicht wie bei *Tomocerus* nach SOMMER von einem dickeren Chitinringe gebildet, sondern entsteht dadurch, dass die dorsale Wand des Enddarmes eine tiefe, in das Darmlumen hineinragende Falte bildet. Dieser eng zugekneifte Teil des Enddarms ist von einem breiten Gürtel sehr kräftiger Constrictoren umgeben. Mehr rückwärts werden die Ringmuskeln schwächer. Jede von diesen Muskeln besteht aus einer einzigen Zelle, alle haben doch nicht ihre Kerne in der dorsalen Medianlinie des Darmes wie diejenigen des Vorderdarms. Ein Längsmuskellager konnte ich nicht finden.

Das Epithellager des Enddarms besteht aus platten bis rundlichen Zellen, die überall aber besonders im mittleren und hinteren Teile des Enddarms sehr grosse Kerne haben. Die Zellgrenzen sind auch hier wie im Vorderdarm undeutlich. Die Cuticula ist sehr kräftig entwickelt und mit zahlreichen starken unregelmässigen Erhöhungen, Dornen und Falten besetzt, zeigt doch nicht solch einen regelmässig geformten Hakenkranz wie SOMMER für *Tomocerus* angiebt. Bei *Anurida* scheint nach FERNALD die Cuticula völlig zahnlos zu sein. Solche regelmässigen Längsfalten, die sich im Enddarme von *Tomocerus* und *Anurida* vorfinden, hat *Sminthurus viridis* nicht. Bei *Sminthurus fuscus* ist der Enddarm mit drei deutlichen Längsfalten versehen.

An den hinteren Teil des Enddarms heften sich sechs Reihen von Dilatatoren, zwei dorsale, zwei laterale und zwei ventrale, von welchen aber das letzte Paar der dorsalen und das letzte der ventralen nicht an den Darm selbst, sondern dicht über und unter dem Anus an die Körperwand befestigt sind.

Digitized by Google

Arthropleona.

Unbedingt glücklich war die Unternehmung Börners die Mac Gilliwray'sche Familie *Aphoruridæ* zu zerreissen, die nur infolge der fehlenden Furca aufgestellt war. Denn das Fehlen der Furca ist, wie besonders Fernald dargelegt hat, ein sekundäres, en Reduktionsmerkmal. Aber *nur* infolge Reduktionsmerkmale können nicht natürliche Gruppen gebildet werden. Gleichartige Reduktionen können nämlich von gleichartigen Ursachen bei den ungleichartigsten Formen entstehen.

Aber denselben Fehler beging dann Börner selbst, als er zufolge der Entdeckung von Willem, dass einige Achorutiden eucone Ommatidien, andere Ocellen haben, die beiden Unterfamilien *Achorutinæ* und *Neanurinæ*, von welchen jene Ommatidien, diese Ocellen haben, errichtete. Die Ocellen der Collembolen sind doch nichts anders als Regressionserscheinungen. Willem kommt selber, als er die Frage diskutiert hat, zu folgendem Resultate: "Je tiens donc comme extrêmement probable que, dans la groupe des Aptérygotes, le type primitif de l'organe visuel est l'ommatidie eucône et que le stemmate de certains Podurides en est une forme dérivée". Und weiter fügt er in einer Note bei: "Un fait, que j'ai constaté depuis le dépôt du présent mémoire, vient encore corroborer cette manière de voir: *Achorutes inermis*, contrairement aux formes typiques du genre *Achorutes*, possède des organes visuels sans cône cristallin".

Von dem Falle *Achorutes inermis* gehen zwei Sachen hervor: 1) dass die Ocellen sekundär sind, und 2) dass sie von polyphyletischem Ursprung sind. Auch die übrigen den Neanurinen zukommenden, obgleich nicht konstanten Merkmale, fehlende Furca, fehlende untere Klaue, fehlende Analdorne und reduzierte Mundteile sind unter den Achorutiden lauter regressive Merkmale, deren oftmaliges Vorkommen zusammen mit den Ocellen gewissermassen die sekundäre Enstehung der lezteren bezeugt. Gegen die Neanurinen hat sich auch Ågren sehr entschieden opponiert, während Willem eigentümlich genug diese Unterfamilie zu acceptieren scheint und in seiner letzten Arbeit seiner früheren Ansicht zuwider von *Achorutoides* schreibt: "Achorutoides est la seule forme de cette série (Neanurinæ) qui possède

des épines anales; la présence, chez une forme ancienne de Podurides à ocelles, de ces organes qui se rencontrent typiquement chez les autres Podurides, montre que leur ancêtre commun était pourvu de ces productions chitineuses".

Dass die sogenannten "*Neanurinæ*" von polyphyletischem Ursprung sind, kann man sehr gut von dem jüngst beschriebenen *Pseudachorutides bogoyawlensky* Becker sehen, der mit seiner langen an dem Ventraltubus vorüberreichenden Springgabel und seinen, aus der Figur zu schliessen, blattähnlichen Mucrones offenbar mit übrigen Neanurinen nicht verwandt ist, dagegen aber an *Podura aquatica* sehr erinnert.

Dass andererseits einige von den zu *Neanurinæ* gerechneten Gattungen in genetischer Beziehung zu einander stehen, ist ganz sicher. Dass die Gattung *Polyacanthella* Schäffer, wie auch Börner vermutet, mit *Friesea* D. T. vereinigt werden muss, halte ich jetzt für sicher. Schon als ich *Polyacanthella quinque-spinosa* beschrieb, hob ich ihre nahe Verwandtschaft mit *Friesea* hervor. Zu derselben Gattung rechne ich auch *Pseudotullbergia* Schäffer und *Achorutoides* Willem, die meiner Meinung nach ganz identisch sind. Die schwedische Südpolarexpedition brachte eine Collembolaart heim, die ich, ehe ich Kenntniss von Willems Abhandlungen über die Collembolen der "Belgica"-Expedition hatte, gleich als eine *Friesea*art bestimmte. Als ich die Abhandlungen Willems erhielt, fand ich, dass die Art mit seiner *Achorutoides antarcticus* identisch war, und bei näherem Vergleich mit der Beschreibung und Abbildung Schäffers von *Pseudotullbergia grisea* und der Abbildung Börners von den Mandibeln der letzteren, fand ich, dass *Achorutoides antarcticus* Willem dieselbe Art wie *Friesea (Pseudotullbergia) grisea* Schäffer sein muss. Nicht einmal die Körperfarbe oder die Körperform, die Schäffer und Willem so abweichend beschrieben haben, kann diese Identifizierung verhindern. Die in Spiritus blauschwarzen Exemplare sind nämlich, wenn sie getrocknet und in Obenbeleuchtung gesehen werden, stark grauschimmernd, und die Körperform wechselt von der schmalen, langgestreckten, die Schäffer abbildet, zu der breiten, gedrungenen, die Willem wiedergiebt.

Dagegen scheint mir die Gattung *Neanura* einerseits im Bau der Haut und des Darmkanals so äusserst spezialisiert, an-

Digitized by Google

dererseits im Bau des Postantennalorgans so altertümlich zu sein, dass wirklich Gründe vorliegen, für ihre Rechnung die Unterfamile *Neanurinæ* zu bewahren. Zu dieser Unterfamilie sollten auch *Biclavella* WILLEM und die eigentümlichen australischen von LUBBOCK beschriebenen "*Anoura*"-formen gehören. Auch im Bau des Mitteldarms stimmt *Biclavella* mit der *Neanura* solchermassen überein, dass er mit blindsackähnlichen Ausbuchtungen, wohl nicht den ganzen Darm entlang, aber vorn seitlich vom Oesophagus, versehen ist — ein Analogon zu dem was ich bei *Sminthurus fuscus* beschrieben habe.

Die von BÖRNER im Jahre 1901 errichtete Unterfamilie *Anurophorinæ*, die später u. A. von WILLEM, SCHÖTT und ÅGREN acceptiert worden ist, hat BÖRNER in seiner jüngsten Collembola-abhandlung wieder eingezogen. Die zu dieser Unterfamilie geführten Gattungen *Anurophorus* (NIC.) TULLB., *Tetracanthella* SCHÖTT, *Uzelia* ABSOLON, *Pentapleotoma* BÖRNER, *Proctostephanus* BÖRNER und *Cryptopygus* WILLEM reiht er jetzt in die Unterfamilie *Isotominæ* ein.

Anurophorinæ ist eine Sammelgruppe gewesen, in welche solche Formen zusammengeführt worden sind, die isotomine Merkmale (reduzierte Intersegmente, isotomaähnliche Postantennalorgane etc.) mit Achorutoiden (Analdornen, gekörntem Pigmente, primitiven Geschlechtsorganen) vereinigen. Alle haben sie doch das gemeinsam, dass sie auf der Grenze zwischen den Isotominen und den Achorutiden stehen. Will man die Subfamilie nicht beibehalten, was vielleicht aus praktischen Gründen zweckmässig ist, ist es unter allen Umständen unrichtig, sie sämmtlich zu *Isotominæ* zu führen. Es stösst aber auf grosse Schwierigkeiten, sie auf zwei Familien zu verteilen.

Dass *Cryptopygus* WILLEM, von welcher Gattung ich mehrere von den antarktischen Regionen stammende Arten kenne, zu den Isotominen gehört, ist ganz gewiss. Von *Isotoma* unterscheidet sich ja diese Gattung nur durch die kräftige Entwicklung des fünften Abdominalsegments, wodurch das sechste Abdominalsegment stark reduziert worden ist. Aber solche Veränderungen in der hinteren Abdominalregion finden auch bei *Isotoma*arten statt. Vielleicht möchte man sie sogar zu *Isotoma*

Digitized by Google

führen, so wie diese Gattung gegenwärtig begrenzt ist. Gleich wie Börner bin ich aber der Meinung, dass die Gattung *Isotoma* eher zerteilt werden möchte, wenn auch der Versuch Börners, dies zu thun, nicht ganz geglückt ist.

Zu den Isotominen gehört sicherlich auch *Anurophorus* als eine reduzierte Form. Schon in seiner ersten Arbeit über Collembola hält Tullberg die Übereinstimmungen zwischen *Anurophorus* und *Isotoma* hervor, indem er schreibt: “Några ljusare fläckar, påminnande om teckningen hos släktet Isotoma, förekomma här och där, och detta är icke den enda likhet ifrågavarande art (*Anurophorus laricis*) eger med detta släkte. Kroppsformen, segmentens längd och antennerna påminna äfven om Isotoma“.

Den Achorutiden näher möchte dagegen ohne Zweifel *Proctostephanus* Börner mit seiner körnigen Haut, einer den Isotominen völlig fremden Eigenschaft, gestellt werden. Dasselbe gilt von *Uzelia* Absolon mit ihrer *Onychiurus*ähnlichen Körperform, ihrer wenig reduzierten Prothorax und ihren grossen Analpapillen und Analdornen.

Am meisten bestritten ist die systematische Stellung der *Tetracanthella* Schött, obgleich Schött meiner Ansicht nach von Anfang an ihre richtige Stellung angegeben hat, als er schreibt: “Sie scheint mir einen Übergang von dieser (*Isotoma*) nach der Gattung *Achorutes* Templeton zu vermitteln“. In Übereinstimmung hiermit rechnet er sie später (1902) zu der Unterfamilie *Anurophorinæ*, obgleich er gleichzeitig schreibt: “Il trouve qu'on peut avec raison, après la recente découverte de cette nouvelle espèce (*Tetracanthella alpina* Carl), assimiler les formes de ce genre à la sous-famille *Isotomini* Schäff.“ Die Ansicht Börners wechselt sehr; er führt sie 1901, Januar, zu *Isotominæ*, 1901, Juni, zu *Achorutidæ*, 1902 zu *Anurophorinæ*, 1903 zu *Isotominæ*, Schon diese Unsicherheit deutet darauf hin, dass diese Gattung ein Mittelstadium zwischen *Isotominæ* und *Achorutidæ* repräsentiert. Selbst stellte ich 1899 und 1900 die Gattung unter die *Achorutidæ* in die Nähe von *Friesea*. Nach meiner jetzigen Auffassung von der letzteren Gattung und den übrigen Achorutiden mit reduzierter Furca, und nachdem Carl eine *Tetracanthella*-art mit wohl entwickelter Furca aufgefunden hat, halte ich

Digitized by Google

zwar meine Vermutung von der Verwandtschaft der *Tetracanthella* mit *Friesea* für unrichtig, aber, wenn man die Anurophorinen zerteilen will, meine ich fortwährend, dass *Tetracanthella* zu den Achorutiden (spec. *Achorutinæ*) gerechnet werden soll, da Analdorne unter den Arthropleonen eine so ausgeprägt achorutoide Erscheinung ist.

Man hat besonderes Gewicht auf den Umstand gelegt, dass sämtliche in Frage stehende Formen Postantennalorgan von isotominem Typus haben; aber diese Form des Postantennalorgans, die auch bei der altertümlichen *Actaletes* vorhanden ist, ist natürlich bei den Collembolen primär. Wie WILLEM nachgewiesen hat, ist das Postantennalorgan bei isotominen Collembolen nicht eine Vertiefung sondern eine Tuberkel, was ich auch bei *Isotoma-* und *Cryptopygus*-arten deutlich wahrgenommen habe. Solch ein einfaches Postantennalorgan findet sich auch unter den wahren Achorutiden, wie bei *Achorutes inermis* TULLB. und *A. sensibilis* SCHÖTT. Die primitiven, von einem Sacke gebildeten Gonaden finden sich sowohl bei den Achorutiden wie bei einigen Isotomaarten (z. B. *I. fimentaria* TULLB.). Die Reduktion der Intersegmente ist zwar eine besonders wichtige Sache, bei den Gattungen *Uzelia*, *Tetracanthella* und *Proctostephanus* die einzige rein isotomine Eigenschaft, scheint mir aber zusammen mit so specifisch achorutinen Merkmalen wie den Analdornen der ersteren, der gekörnelten Haut des letzteren nicht anders zu bedeuten, als dass es sich hier um Übergangsformen handelt.

Über *Pleotoma* BÖRNER, die ich gar nicht kenne, und von welcher ich nicht einmal Abbildungen gesehen habe, will ich mich nicht äussern.

Dass die Achorutiden die älteste Stufe in der Entwicklung der Arthropleonen repräsentieren, ist wohl ganz sicher, und dass die niedersten Entomobryiden, die Isotominen, durch anurophorinen Stadien aus jenen hervorgegangen sind, ist wohl auch nicht zu bezweifeln, wenigstens wenn man nicht *Actaletes* in das Entomobryidensystem einführt. Denn das Einreihen dieser Gattung unter die Entomobryiden, würde das ganze Arthropleonensystem zerschmettern. *Actaletes* ist aber, wie ich hervorgehoben habe, keine Entomobryide sondern eine symphypleone Collembole.

Digitized by Google

Der Übergang von den Isotominen zu den höheren Entomobryiden wird von Formen wie *Corynothrix* Tullb. und *Tomocerura* Wahlgr. vermittelt. Betreffs der ersteren Gattung wurde dies schon von ihrem Entdecker hervorgehoben. Doch steht sie wohl näher den Entomobryiden als den Isotominen. Das Haarkleid besteht am Kopfe und an dem vorderen Teil des Rumpfes aus allseitig gewimperten, gegen die Spitze schräg angeschwollenen Borsten von gewöhnlichem, entomobryinem Typus, an dem hinteren Teil des Abdomens aus ebenso allseitig gewimperten Spitzborsten. Auch die Springgabel ist von entomobryinem Typus, doch ist die Ringelung der Dentalteile nicht so ausgeprägt wie bei den höheren Entomobryiden. Da die Figur Schötts von der Springgabel in dieser Hinsicht etwas missweisend ist, gebe ich hier eine neue wieder. Dass das Postantennalorgan völlig abwesend ist, kann ich nach eigener Untersuchung nur bestätigen. Die obere Klaue hat Lateralzähne, sie ist aber nur an der Basis gespaltet, und der proximale Zahn ist einfach. Distalwärts von diesem sitzt noch ein winziger, natürlich auch einfacher Zahn. Tibiales Spürhaar ist vorhanden, ist aber an der Spitze nicht angeschwollen. Diese gemischten, entomobryinen und isotominen Merkmale zusammen mit der homonomen Segmentierung des Abdomen machen es meiner Meinung nach recht gleichgültig, ob man diese Gattung zu den Entomobryinen oder den Isotominen hinweist. Doch bin ich, wie Börner, mehr geneigt, sie der gewimperten Keulenhaare wegen unter die Entomobryiden zu stellen.



Corynothrix borealis.
Fig. 51. Ende des Springgabels.

Etwas anders steht die Sache betreffs *Tomocerura* Wahlgr. Durch Untersuchung des von der schwedischen "Antarctic"-Expedition heimgebrachten Collembolenmaterials bin ich imstande gewesen festzustellen, dass *Isotoma conjungens* Schäffer mit Dornen besetzte Gabelbeine hat und somit zu der Gattung *Tomocerura* gehört, wodurch das Börner'sche Namen *Alloschäfferia* überflüssig ist. *Tomocerura conjungens* wurde also von Schäffer in die Gattung *Isotoma* gestellt, doch schreibt er: "dieselbe nähert sich der Gattung *Entomobrya*; sie bildet ein Bindeglied

zwischen *Isotoma* und *Entomobrya*, ähnlich wie das von der Gattung *Corynothrix* Tullb. gilt". Als ich (1900) *Tomocerura picta* beschrieb, hatte ich auch eine ähnliche Ansicht von dieser Art: "die Gattung *Tomocerura* nimmt wie *Corynothrix* Tullb. eine deutliche Mittelstellung zwischen den Entomobryinen und der Gattung *Isotoma* ein". Im Jahre 1903 spricht Börner von *Isotoma conjungens*, dass "sie eine echte Entomobryine ist, obwohl es schon einen Übergang zu deren Ahnen (den Isotomen) vermittelt", und stellt sie, wie auch *Tomocerura picta* in die Unterfamilie Entomobryinæ.

Darüber sind somit alle einig, dass *Tomocerura* eine Mittelstellung zwischen den Entomobryinen und den Isotominen einnimmt; wenn man sich aber entschliessen muss, sie in die eine oder die andere Unterordnung einzureihen, gehen die Meinungen auseinander. Ausser dem Fehlen von Postantennalorgan hat sie aber meiner Ansicht nach keine rein entomobryine Eigenschaft. Es wäre denn die reduzierte Prothorax und die allseitig gewimperten Haare. Diese sind aber nicht wie bei *Corynothrix* und den meisten Entomobryiden in der Spitze keulig angeschwollen, und allseitig gewimperte Haare finden sich ja auch bei dem bisher zu *Isotoma* geführten *Isotomurus palustris*. Auch das Postantennalorgan kann ja bei echten Isotominen fehlen. Bleibt somit nur die Reduktion der Prothorax zurück. Die Klauen sind aber von rein isotominem Typus, ungespaltet und somit mit einfachem Proximalzahn versehen, und tibiales Keulenhaar fehlt. Wenn dazu die homonome Segmentierung des Abdomen und die isotominen Mucrones hinzukommen, ist es mir unmöglich der Ansicht Börners beizustimmen, sondern ich muss die Gattung als den Isotominen am nächsten zugehörig betrachten.

Kommen wir dann zu der schwierigen und vielumstrittenen Frage von der Einteilung der höheren Entomobryiden.

In dem deskriptiven Teile dieser Arbeit bin ich aus praktischen Gründen der jüngsten Charakteristik Börners von *Lepidocyrtus* und *Sira* gefolgt und habe zu jener Gattung alle Formen gerechnet, die furcale Schuppen haben, obgleich ich den systematischen Wert dieser Gattungsbegrenzung für recht unbedeutend halte. Je mehr unsere Kenntniss von den exotischen *Lepidocyrtus*-arten erweitert wird, um so mehr wird man geneigt, sich

Digitized by Google

zu der Meinung anzuschliessen, die SCHÄFFER nach seiner Erfahrung von den austromalajischen *Lepidocyrtus*-arten aussprach, dass man kaum dauernd im Stande ist, die Gattungen *Sira* und *Lepidocyrtus* von einander zu trennen.

Ganz unmöglich ist es, *Lepidocyrtus s. str.* und *Pseudosira*, auch als Untergattungen, wie BÖRNER es thut, getrennt zu halten. Einen bestimmten Unterschied zwischen hervorragendem und nicht hervorragendem oder mehr oder minder gewölbtem Mesonotum giebt es nicht, da alle mögliche Zwischenstufen vorkommen; und die Form der Schuppen variirt beträchtlich auch an verschiedenen Körperteilen desselben Tiers. Praktisch wäre eher eine Einteilung nach der Beschaffenheit der Mucrones in *Falciformes* und *Bidenticulati* vorzuziehen. Ausdrücklich betone ich doch, dass es praktische Gründe sind, die mich zu dieser Einteilung veranlasst haben, da die grosse Fülle der zu der Untergattung *Lepidocyrtus* gehörenden Arten eine Trennung in Sectionen wünschenswert macht. Vielleicht wäre doch eine solche Einteilung auch genetisch verantwortlich, da die meisten *Falciformes* nicht oder wenig vorragendes Mesonotum (ausgenommen *L. Packardi* SCHÖTT) haben, während wenigstens die meisten *Bidenticulati* mehr vorragendes Mesonotum haben. Der ungeringelte Teil der Dens ist bei den ersteren gewöhnlich scharf von dem geringelten abgesetzt; bei den letzteren gehen die beiden Teile allmählich in einander über. Endlich scheinen *Falciformes* beinahe nur in den Tropen (ausgenommen *L. domesticus* BÖRNER) verbreitet zu sein, während die anderen mehr zerstreut sind. Doch müssen wir erst eine viel genauere Kenntniss von der wahrscheinlich sehr artenreichen *Lepidocyrtus*-fauna der Tropen haben, ehe wir mit einiger Sicherheit Schlüsse betreffs der wirklichen Verwandtschaft der *Lepidocyrtus*-arten ziehen zu können.

Für die Untergattung *Lepidocyrtinus* BÖRNER spricht ja die neue ostafrikanische Art, die ich oben beschrieben habe. Doch muss natürlich diese Untergattung so erweitert werden, dass sie auch Arten, bei welchen nur das vierte Antennenglied sekundär geringelt ist, umfasst.

Aus praktischen Gründen scheint es mir auch angemessen, wenigstens vorläufig, *Pseudosinella* mit ihren reduzierten Augen

Digitized by Google

als eigene Untergattung zu betrachten, obgleich es nicht unmöglich ist, dass Arten von verschiedenem Ursprunge zu derselben geführt worden sind.

Als eine Untergattung von *Lepidocyrtus* hat SCHÖTT (1902) *Calistella* REUTER geführt. BÖRNER dagegen betrachtet *Calistella* als eine *Entomobrya*. Ich bin in der Lage gewesen, zwei im Zoologischen Museum zu Uppsala aufbewahrte Exemplare von *Calistella superba* REUTER zu untersuchen. Diese Art hat aber keine Schuppen, kann somit unmöglich ein *Lepidocyrtus* sein, sondern muss eher zu *Entomobrya* gerechnet werden. Dasselbe geht auch von SKORIKOWS Untersuchung über die postembryonale Entwicklung von *Calistella* hervor.

Als Untergattungen von *Lepidocyrtus* bleiben somit *Lepidocyrtus s. str.*, *Lepidocyrtinus* und *Pseudosinella* zurück.

Durch die Anerkennung von der nahen Verwandtschaft zwischen *Sira* und *Lepidocyrtus* und durch Zusammenschlagen von *Calistella* und *Entomobrya* hat BÖRNER sein nur zwei Jahre zuvor angebautes Entomobryidensystem mit *Entomobryæformes* und *Lepidocyrtiformes* vollkommen vernichtet und einen grossen Schritt zurück gegen die von ihm so verketzerte SCHÄFFER'sche Einteilung in *Squamosi* und *Pilosi* gethan. In diesem Rückgange liegt aber meiner Meinung nach ein grosser Fortschritt. Ich kann nämlich keine wiegenden Gründe für die Annahme BÖRNERS, dass die schuppentragenden Formen polyphyletischen Ursprunges sind, finden; und es bedarf doch schwer wiegender Gründe, um anzunehmen, dass so specielle Bildungen wie Schuppen binnen einer übrigens so einheitlichen Gruppe wie den Entomobryinen polyphyletischen Ursprunges sind. Dass *Sira* mit *Lepidocyrtus* so nahe verwandt ist, dass sie kaum von einander zu trennen sind, habe ich oben mit SCHÄFFER betont. Die Stellung BÖRNERS zu der Frage *Sira-Lepidocyrtus* ist sehr unklar. Einerseits schreibt er: "Weit schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob *Sira* und *Lepidocyrtus* zusammengezogen werden dürfen", und meint, dass die Trennung dieser Gattungen "wenigstens bis jetzt" erforderlich ist, andererseits heisst es aber: "ich wiederhole, dass *Sira* LUBB. die nächste Verwandte von letztgenannter Gattung (Entomobrya) ist". Diese Meinungen stehen doch in schroffem Widerspruch zu einander.

Digitized by Google

Dass *Heteromurus* Wankel (die vielleicht nahestehende Gattung *Strongylonotus* Macg. kenne ich gar nicht) mit irgend einer nicht schuppentragenden Gattung mehr als mit lepidocyrtoiden Formen verwandt wäre, hat niemand behaupten wollen, und Börner stellt ihn auch in die Nähe von *Pseudosinella*.

Die stark spezialisierte Gattung *Cyphoderus* Nic. kann meiner Meinung nach ebenso wohl von lepidocyrtoiden als von *Sinella*-ähnlichen Formen abstammen. Der eigentümliche Bau der unteren Klaue findet sich auch bei Arten von *Pseudosinella* wieder.

Die Gattungen *Lepidophorella* Schäffer, *Dicranocentrus* Schött und *Typhlopodura* Absolon haben auch keine näheren Verwandten unter den schuppenlosen Entomobryinen. Die erstgenannte wurde von Schäffer zu *Tomocerinæ* gerechnet, und ich finde keinen genügenden Grund zu ihrer Entfernung aus dieser Unterfamilie. *Dicranocentrus* ist wahrscheinlich eine tomocerine Gattung und *Typhlopodura* viellecht auch.

Paronella Schött und *Campylothorax* Schött sind mit einander sehr nahe verwandt und stehen im Bau der Klauen den Lepidocyrtinen näher als den Entomobryinen. In dem eigentümlichen Baue der Mucrones stimmen sie doch am meisten mit der schuppenlosen Gattung *Cremastocephalus* Schött überein. Und hierin liegt wirklich eine Schwierigkeit für die systematische Trennung der *Squamosi* von den *Pilosi*. Wenn aber auch diese Gattung keine Körperschuppen hat, so ist sie doch nicht ganz schuppenlos, wenigstens wenn die an der Basis der Mucro sitzende schuppenähnliche Bildung mit derjenigen von *Campylothorax* homolog ist; denn bei der letzteren Gattung ist sie, wie ich gesehen habe, eine wirkliche Schuppe von ganz demselben Typus wie die Körperschuppen. In solchem Falle könnte *Cremastocephalus* seine Körperschuppen sekundär verloren haben, und die furcale Schuppe wäre dann das letzte Überbleibsel seines ehemaligen Schuppenkleids. Es ist wohl doch leichter Schuppen zu verlieren als sie zu erhalten. Wäre aber die einzige furcale Schuppe von *Cremastocephalus* mit der entsprechenden Bildung von *Campylothorax* nicht homolog, sondern nur analog, dann könnte vielleicht auch der übereinstimmende Bau der Mucrones selbst eine Parallelismuserscheinung sein, wie auch Schäffer vermeint.

Digitized by Google

Unter den übrigen schuppenlosen Entomobryinen vermittelt *Corynothrix* Tullb. einen Übergang von den Isotominen; *Orchesella* Templ. ist ein früh abgeschiedener Zweig und ist ihren eigenen Weg gegangen; und *Sinella* Brook ist mit *Entomobrya* Rond. am nächsten verwandt. Sie verhält sich zu dieser Gattung in manchen Hinsichten etwa wie *Pseudosinella* zu *Lepidocyrtus*.

Ich habe bis jetzt nur von der bisherigen Unterfamilie *Entomobryinæ* gesprochen. Aber der Schwerpunkt der Frage von dem mono- oder polyphyletischen Ursprung der Schuppen liegt vielleicht nicht da, sondern in der Unterfamilie *Tomocerinæ*. Diese, hat man gemeint, stehen so fern von den übrigen Entomobryiden, dass deren Schuppenkleid von demjenigen der übrigen Entomobryiden phyletisch verschieden sein muss. Und könnte ein Schuppenkleid zweimal unter den Entomobryiden entstehen, so könnte es auch drei- oder mehrmals geschehen. Und dieser Schluss wäre ja plausibel.

Als Schäffer die Unterfamilie *Tomocerinæ* aufstellte, that er es aus dem Grunde, dass das dritte Abdominalsegment bei diesen Collembolen grösser als das vierte war, während bei den übrigen Entomobryiden das vierte Abdominalsegment den übrigen an Grösse übertraf, und dieser Grund war ja ein triftiger. Den homonom segmentierten Ahnen entstammend hatte *Tomocerus* eine andere Entwicklungsrichtung als die übrigen Collembolen eingeschlagen. Unter die *Tomocerinæ* stellte darum Schäffer auch folgerichtig *Lepidophorella*. Die übrigen Verschiedenheiten von den Entomobryinen, die Beschaffenheit der Antennen und die Gliederung der Dentes waren unwesentlich. Nicht einmal der eigentümliche Bau der Mucro konnte viel bedeuten; *Tomocerus niveus* Joseph und *T. Doderoi* Parona haben ja Mucrones von entomobryinen Typus. Und die sogenannten Cerci sind natürlich keine Cerci ebensowenig wie die Analpapillen der Achorutiden.

Im Jahre 1901, als Börner seine vorläufige Mitteilung über die Systematik der Arthropleonen veröffentlichte, führte er eine neue, wie es schien, wichtigere Begründung der Unterfamilie *Tomocerinæ* ein. Börner hatte seine Entdeckung von der Verschiedenheit im Bau der oberen Klaue der *Isotominæ-Achorutidæ* einerseits, der *Entomobryinæ* andererseits gemacht und fand, dass

Digitized by Google

Tomocerus eine obere Klaue von isotominem Bau hatte, das heisst die Innenkante der Klaue ist von der Basis bis zur Spitze einfach, ungeteilt und mit vor- bezw. hintereinander liegenden Zähnen bewaffnet. Ungefähr gleichzeitig hatte Willem die obere Klaue von *Tomocerus* untersucht, kam aber zu ganz entgegengesetztem Resultate: dass die Innenkante von der Basis zur Spitze gespaltet und mit paarigen Zähnen besetzt ist; er führte auch *Tomocerus* nahe *Sira* und *Heteromurus* zu den *Entomobryinæ squamosæ*. Später giebt Börner eine Figur von der Klaue von *Tomocerus plumbeus*, dieselbe Art, die Willem untersucht hatte, und es ist recht interessant die beiden Figuren zu vergleichen, welche, obgleich sie von so genauen Forschern wie Willem und Börner dargestellt sind, dessen ungeachtet einander so unähnlich sind.

Um über diese wichtige Sache selbst klar zu werden, habe ich auch die Klaue derselben *Tomocerus*-art untersucht. Und nach sorgfältiger Untersuchung mittelst der stärksten Vergrösserungen bin ich zu der bestimmten Überzeugung gekommen, dass sowohl Börner als Willem unrecht haben. Wie beistehende Figur zeigt, ist die Innenkante der Klaue in ihrer ganzen Länge gespaltet, doch sind die Zähne nicht paarig, sondern einfach und nur im Rande der einen Lamelle stehend. Die Klaue ist somit eher nach entomobryinem als isotominem Typus gebaut. Und im Bau der Klaue liegt somit nichts, was das zusammenführen von *Tomocerus* mit den übrigen schuppentragenden Entomobryiden verhindert[1].



Tomocerus plumbeus.
Fig. 52. Klaue.

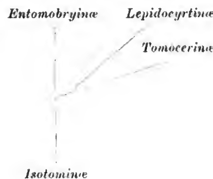
[1] Nachdem diese Abhandlung schon fertig geschrieben ist, finde ich, dass Absolon in einer Arbeit von 1903 (Untersuchungen über Apterygoten. — Ann. K. K. Naturh. Hofmus. Wien), die leider meiner Aufmerksamkeit entgangen war, den Bau der Klaue von *Tomocerus*, etwa wie ich oben gemacht, geschrieben und abgebildet hat, was ja eine Bestätigung der Richtigkeit meiner Wahrnehmung ausmacht. In derselben Abhandlung finde ich auch bestätigt, dass *Lepidophorella* mit *Tomocerus* am nächsten verwandt ist. Dagegen scheint nach Absolons Untersuchung *Dicranocentrus* keine Tomocerine zu sein, wie ich ihn, obgleich mit Fragezeichen, angeführt habe, sondern eine Entomobryine s. l., die ich in meine Unterfamilie *Lepidocyrtinæ* einreihen muss.

Digitized by Google

Der Gang der Entwicklung ist wahrscheinlich der folgende gewesen. Schon früh, während noch das dritte und das vierte Abdominalsegment, wie bei vielen Isotominen, gleich lang waren, entstand bei den Entomobryiden die gespaltene Klaue. Früh trennten sich auch die Entomobryiden in zwei Zweige, von denen der eine ein Schuppenkleid anlegte, und, ehe bei diesen letzteren Formen das dritte und vierte Abdominalsegmente ungleich geworden waren, trennten sich von dem gemeinsamen Stamme die Tomocerinen ab, welche später das dritte Abdominalsegment am meisten entwickelt erhielten. Bei jedem der beiden anderen Entomobryidenzweigen wurde das vierte Abdominalsegment auf die Kosten des dritten stärker entwickelt. Dass die mächtige Entwicklung des vierten Abdominalsegments bei den Collembolen von polyphyletischem Ursprung ist, beweisen Isotominen und Symphypleonen, und die Ursache, warum das vierte Abdominalsegment besser entwickelt gewesen ist, ist klar: Platz für starke Furcalmuskeln.

Was die Systematik der postisotomen Entomobryiden anbelangt, bin ich also in der Hauptsache mit Schäffer und noch mehr mit Willem einverstanden. Will man aber *Tomocerinæ* fortwährend für eine eigene Unterordnung halten, was vielleicht wenigstens vorläufig angemessen ist, muss man die übrigen schuppentragenden Entomobryiden in eine eigene Unterfamilie, welche ich *Lepidocyrtinæ* benennen will, zusammenführen.

Meine Auffassung von der Verwandtschaft der in Frage stehenden Gruppen würde somit ihren Ausdruck in beistehendem Stammbaume erhalten. In diesem Schema habe ich die Unterfamilie *Oncopodurinæ* (Gattung *Oncopodura* Carl & Lebed.) nicht mitgenommen. *Oncopodura* ist eine beschuppte Entomobryide, die in einigen Fällen recht ursprüngliche Eigenschaften aufweist, in anderen sehr spezialisiert ist. Carl und Lebedinsky geben an, dass die obere Klaue einfach mit ungespaltener Innenkante ist. Wir haben oben gesehen, wie äusserst schwierig es sein kann zu sagen, ob eine Klaue einfach oder gespaltet ist, selbst wenn diese wie



Digitized by Google

bei *Tomocerus* mit Zähnen besetzt ist; um so schwieriger muss es sein, wenn sie zahnlos ist. Ist wirklich die Klaue von *Oncopodura* einfach, könnte dieses natürlich auch eine Reduktionserscheinung sein, wie wahrscheinlich die fehlende Zahnbewaffnung es ist (gleich wie *Pseudosinella lamperti* Schäffer, an deren Klaue diejenige von *Oncopodura* sehr erinnert). Dem sei übrigens wie ihm wolle, Börner hat sicherlich der Spaltung der Klauen zu viel Bedeutung zugeschrieben. Vielleicht habe auch ich denselben Fehler begangen, als ich oben die gespaltene Klaue der höheren Entomobryiden als früh entstanden betrachtet habe. Eine solche Spaltung, die ja eigentlich nichts anders als das Entstehen in der Innenkante von einer engeren oder weiteren, seichteren oder tieferen Rinne ist, kann sicherlich polyphyletisch entstehen. Die Bedeutung der Spaltung liegt offenbar darin, dass die Zähne der Klaue dadurch weiter von einander abstehen; darum ist ja auch diese Rinne bei solchen Formen, die paarige Zähne haben, breiter als bei solchen, die keine oder nur an der einen Lamelle sitzende Zähne haben. Übrigens kann, wie ich für Cyphoderusarten gezeigt habe, die Spaltung der Klaue bei verschiedenen Arten derselben Gattung bedeutend verschieden sein.

Wenn die obigen Auseinandersetzungen richtig sind, lassen sich die Gattungen der Collembolen folgenderweise gruppieren.

Unterordnung Symphypleona Börn.

Fam. Actaletidæ *mihi* (*Actaletes* Giard).

Fam. Neelidæ Fols. (*Neelus* Fols., *Megalothorax* Will.)

Fam. Sminthuridæ Tullb.

Unterfam. Dicyrtominæ Börn. (*Dicyrtoma* Bourl.)

Unterfam. Sminthurinæ Börn. (*Sminthurides* Börn., *Sminthurinus* Börn., *Sminthurus* Latr.)

Unterordnung Arthropleona Börn.

Fam. Achorutidæ Börn.

Unterfam. Achorutinæ (Börn.) *Achorutes* Templ., *Brachystomella* Ågr., *Pseudachorutes* Tullb., *Xenylla* Tullb., *Xenyllodes*

Digitized by Google

Axels., *Anurida* Laboulb., *Aphoromma* M. Gill., *Willemia* Börn., *Schäfferia* Abs., *Mesachorutes* Abs., *Micranurida* Börn,, *Pseudanurida* Schött, *Odontella* Schäff., *Friesea* D. T., *Podura* L., *Pseudachorutides* Becker, *Proctostephanus* Börn., *Uzelia* Abs., *Tetracanthella* Schött.

Unterfam. Neanurinæ (Börn.) (*Neanura* M. Gill., *Biclavella* Will.)

Unterfam. Onychiurinæ Börn. (*Onychiurus* Gerv., *Tullbergia* Lubb., *Tetradontophora* Reut.)

Fam. Entomobryidæ Töm.

Unterfam. Isotominæ Schäff. (*Anurophorus* Nic., *Cryptopygus* Will., *Isotoma* Bourl., *Isotomurus* Börn., *Tomocerura* Wahlgr.)

Unterfam. Entomobryinæ (Schäff.) (*Corynothrix* Tullb., *Orchesella* Templ., *Entomobrya* Rond., *Sinella* Brook).

Unterfam. Tomocerinæ Schäff. (*Tomocerus* Nic., *Lepidophorella* Schäff., ?*Dicranocentrus* Schött, ?*Typhlopodura* Abs.)

Unterfam. Lepidocyrtinæ *mihi.* (*Sira* Lubb., *Lepidocyrtus* Nic., *Heteromurus* Wank., *Cyphoderus* Nic., *Paronella* Schött, *Campylothorax* Schött, ?*Cremastocephalus* Schött).

Unterfam. Oncopodurinæ Carl & Lebed. (*Oncopodura* Carl & Lebed.)

Litteraturverzeichniss.

Absalon K., Über zwei neue Collembolen aus den Höhlen des österreichischen Occupationsgebietes. Zool. Anz. Bd. XXIII. 1900.

Id., Über Neanura tenebrarum nov. sp. aus den Höhlen des mährischen Karstes; über die Gattung Tetrodontophora Reuter und einige Sinnesorgane der Collembolen. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1901.

Id., Über Uzelia setifera, eine neue Collembolen-Gattung aus den Höhlen des mährischen Karstes, nebst einer Übersicht der Anurophorus-Arten. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1901.

Axelson, W. M., Diagnosen neuer Collembolen aus Finland und angrenzenden Teilen des nordwestlichen Russlands. Meddel. Soc. Fauna et Flora Fenn. 1902.

Digitized by Google

Id., Weitere Diagnosen über neue Collembolen-formen aus Finland. Acta Soc. Fauna et Flora Fenn. 1903.

Becker, E., Pseudachorutides Bogoyawlenski n. g. n. sp. Zool. Anz. Bd. XXIX. 1905.

Berendt, G. C., Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. Bd. I. Abtheil. II. Berlin 1854.

Brook, G., A revision of the Genus Entomobrya, Rond. Linn. Soc. Journ. Zool. Vol. XVII. 1883.

Börner, C., Vorläufige Mittheilung zur Systematik der Sminthuridæ Tullb., insbesondere des Genus Sminthurus Latr. Zool. Anz. Bd. XXIII. 1900.

Id., Vorläufige Mittheilung über einige neue Aphorurinen und zur Systematik der Collembola. Zool. Anz. Bd. XXIII. 1901.

Id., Über einige theilweise neue Collembolen aus den Höhlen der Gegend von Letmathe in Westfalen. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1901.

Id., Über ein neues Achorutidengenus Willemia, sowie 4 neue Collembolenformen derselben Familie. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1901.

Id., Neue Collembolenformen und zur Nomenclatur der Collembola Lubb. Zool. Anz. Bd. XXIV. 1901.

Id., Zur Kenntniss der Apterygoten-Fauna von Bremen und der Nachbardistrikte. Abhandl. Naturw. Ver. Bremen. Bd. XVII. 1901.

Id., Wieder ein neues Anurophorinen-Genus. Zool. Anz. Bd. XXV. 1902.

Id., Das Genus Tullbergia Lubbock. Zool. Anz. Bd. XXVI. 1902.

Id., Über das Antennalorgan III der Collembolen und die systematische Stellung der Gattungen Tetracanthella Schött und Actaletes Giard. Zool. Anz. Bd. XXV. 1902.

Id., Neue altweltliche Collembolen, nebst Bemerkungen zur Systematik der Isotominen und Entomobryinen. Sitz.-Ber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin. 1903.

Id., Zur Systematik der Hexapoden. Zool. Anz. Bd. XXVII. 1904.

Carl, J., Ueber Schweizerische Collembola. Revue suisse zool. T. 6. 1899.

Digitized by Google

Id., Zweiter Beitrag zur Kenntniss der Collembolafauna der Schweiz. Ann. Soc. Zool. Suisse. T. 9. 1901.

Carl, J. und Lebedinsky, J., Materialien zur Höhlenfauna der Krim. II. Aufsatz. Ein neuer Typus von Höhlenapterygoten. Zool. Anz. Bd. XXVIII. 1905.

Carpenter, G. H. and Evans, W., The Collembola and Thysanura of the Edinburgh District. Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh. Vol. XIV. 1899.

Cook, O. F., New Dicellura. Proc. ent. Soc. Washington. IV. 1899.

Id., The earwig's forceps and the phylogeny of Insects. Proc. ent. Soc. Washington. V. 1902.

Davenport, C. B., Cold Spring Harbour Monographs. II. The Collembola of Cold Spring Beach. Brooklyn N. Y. 1903.

Enderlein, G., Die Landarthropoden der von der Tiefsee-Expedition besuchten antarktischen Inseln. Wissenschaft. Ergebn. d. Deutsch. Tiefsee-Exp. Bd. III. 1903.

Escherich, K., Termitophilen aus dem Sudan. Results Swed. Zool. Exp. to Egypt and the White Nile 1901. Part. 1. Uppsala 1904.

Id., Das System der Lepismatiden. Zoologica. H. 43. 1905.

Fernald, H. T., The relationsships of Arthropods. Stud. Biol. Lab. Johns Hopkins Univ. Vol. IV. 1890.

Folsom, J. W., Japanese Collembola. Proc. Amer. Acad. Arts and Scients. Vol. XXXIV. 1899.

Id., The Anatomy and Physiology of the Mouth-Parts of the Collembolan, Orchesella cincta L. Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard College. 1899.

Id., The Development of the Mouth-Parts of Anurida maritima Guer. Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard College. 1900.

Id., The Distribution of Holarctic Collembola. Psyche. 1901.

Id., Review of the Collembolan Genus Neelus and Description of N. minutus n. sp. Psyche 1901.

Id., The Identity of the Snow-flea. Psyche 1902.

Frêche et Beille, L., Sur un parasite accidentel de l'homme appartenant à l'ordre des Thysanoures. Comptes Rendues hebd. Sc. Ac. Sc. T. 123. Paris 1896.

Digitized by Google

Handlirsch, A., Über die Insekten der Vorwelt und ihre Beziehungen zu den Pflanzen. Verh. K.-K. Zool.-bot. Ges. Wien. Bd. LIV. 1904.

Hatschek, B., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. Jenaische Zeitschr. Naturw. Bd. 11. 1877.

Jägerskiöld, L. A., Från Sudan och Sinai. Stockholm 1903.

Lie-Pettersen, O. J., Biologisches über norwegische Collembola. Bergens Mus. Aarbog. 1899.

Lubbock, J., Monograph of the Collembola and Thysanura. London 1873.

Michael, A. D., The internal Anatomy of Bdella. Trans. Linn. Soc. London 1896.

Oudemans, J. T., Beiträge zur Kenntniss der Thysanura und Collembola. Amsterdam.

Packard, A. S., A text-book of Entomology. New-York & London 1898.

Parona, C., Sopra alcune Collembola e Thysanura di Tunisi. Ann. Mus. Civ. Stor. nat. Genova. 1884.

Petrunkewitsch, Die Verdauungsorgane von Periplaneta orientatis und Blatta germanica. Zool. Jahrb. 1900.

Poppe, S. A., Ein neuer Smynthurus aus S. W.-Afrika. Abh. naturw. Ver. Bremen. Bd. IX. 1886.

Prowazek, S., Bau und Entwicklung der Collembolen. Arb. Zool. Inst. Univ. Wien. T. XII. 1900.

Reuter, O. M., Apterygogenea fennica. Acta Soc. Fauna et Flora Fenn. 1895.

Schäffer, C., Die Collembola der Umgebung von Hamburg und benachbarter Gebiete. Hamburg 1896.

Id., Aperygoten. Hamburger Magalhaensische Sammelreise. Hamburg 1897.

Id., Die Collembolen von Süd-Georgien. Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. IX. 1891.

Id., Ueber würtembergische Collembola. Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Würtemberg. Bd. 56. 1900.

Id., Die arktischen und subarktischen Collembola. Fauna Arctica. Bd. I. Jena 1900.

Id., Die Collembola des Bismarck-Archipels. Arch. Naturgesch. 1898.

Digitized by Google

Schött, H., Zur Systematik und Verbreitung palæarctischer Collembola. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 25. 1893.

Id., Beiträge zur Kenntniss der Insektenfauna von Kamerun. 1. Collembola. Bih. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 19. 1893.

Id., Collembola på snö och is. Ent. Tidskr. Stockholm 1896.

Id., North American Apterygogenea. Proc. Calif. Ac. Sc. 1897.

Id., Apterygota von Neu-Guinea und den Sunda-Inseln. Termés. Füzet. 1901.

Id., Etudes sur les Collemboles du Nord. Bih. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 28. 1902.

Id., Über Zwei Gattungen der Apterygoten Insecten. Redogörelse för Allm. lärov. i Linköping, Eksjö och Vadstena läsåret 1902—1903. Linköping 1903.

Silvestri, F., Anche Projapyx stylifer O. F. Cook nella R. Argentina. Zool. Anz. Bd. XXIII. 1900.

Id., Circa alcuni caratteri morfologici di Projapyx e loro importanza filogenetica. Boll. Mus. Zool. Anat. Univ. Torino. Vol. XVI. 1901.

Id., Materiali per lo studio dei Tisanuri. Bull. Soc. Ent. Ital. 1901.

Id., Nuova Contribuzione alla conoscenza dell' Anajapyx vesiculosus Silv. Ann. R. Scuola Sup. Agric. Portici. Vol. VI. 1905.

Id., Über die Projapygiden und einige Japyx-Arten. Zool. Anz. Bd. XXVIII. 1905.

Sommer, A., Über Macrotoma plumbea. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. XLI. 1885.

Skorikow, A., Eine neue Tomocerus-art aus Ost-Russland. Ann. Mus. Zool. Ac. Sc. St.-Pétersbourg. 1899.

Id., Einige Beobachtungen über die Häutung der Collembola. Horæ Soc. Ent. Ross. T. XXXV. 1901.

Tullberg, T., Om skandinaviska Podurider af underfamiljen Lipurinæ. Upsala 1869.

Id., Sveriges Podurider. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 10. 1872.

Id., Collembola borealia. Öfvers. K. Vet. Ak. Förh. 1876.

Uzel, J., Šupinůsky země české. Sitzungsb. Böhm. Ges. Wiss. Prag 1890.

Verhoeff, K. W., Ueber die Endsegmente des Körpers der Chilopoden, Dermapteren und Japygiden und zur Systematik

Digitized by Google

von Japyx. Nova Acta Leop.-Carol. Deutsch. Ak. Naturf. Bd. LXXXI. 1903.

Id., Zur vergleichenden Morphologie und Systematik der Japygiden. Arch. Naturg. 1904.

Wahlgren, E., Ueber die von der schwedischen Polarexpedition 1898 gesammelten Collembolen. Öfvers. K. Vet. Ak. Förh. 1899.

Id., Beitrag zur Kenntniss der Collembolafauna der äusseren Schären. Ent. Tidskr. Stockholm 1899.

Id., Collembola während der schwedischen Grönlandsexpedition 1899 auf Jan Mayen und Ost-Grönland eingesammelt. Öfvers. K. Vet. Ak. Förh. 1900.

Id., Beiträge zur Fauna der Bären-Insel. 4. Collembola. Bih. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 26. 1900.

Id., Über einige neue Collembolaformen aus dem südwestlichen Patagonien. Ent. Tidskr. Stockholm 1900.

Willem, V., Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mém. cour mém. sav. étr. Acad. Belgique. T. LVIII. 1900.

Id., Les rapports d'Actaletes avec les autres Collemboles. Ann. Soc. Ent. Belgique. T. 46. 1900.

Id., La position des Anurophoriens dans la classification des Collemboles. Ann. Soc. Ent. Belgique. T. 46. 1900.

Id., Resultats du voyage du S. Y. Belgica. Collemboles. Anvers 1902.

Ågren, H., Zur Kenntniss der Apterygoten-Fauna Süd-Schwedens. Stett. entom. Zeit. 1903.

Id., Diagnosen einiger neuen Achorutiden aus Schweden. Ent. Tidskr. Stockholm 1903.

Id., Lappländische Collembola. Ark. Zool. K. Sv. Vet. Ak. Bd. 2. 1904.



Digitized by Google

Digitized by Google